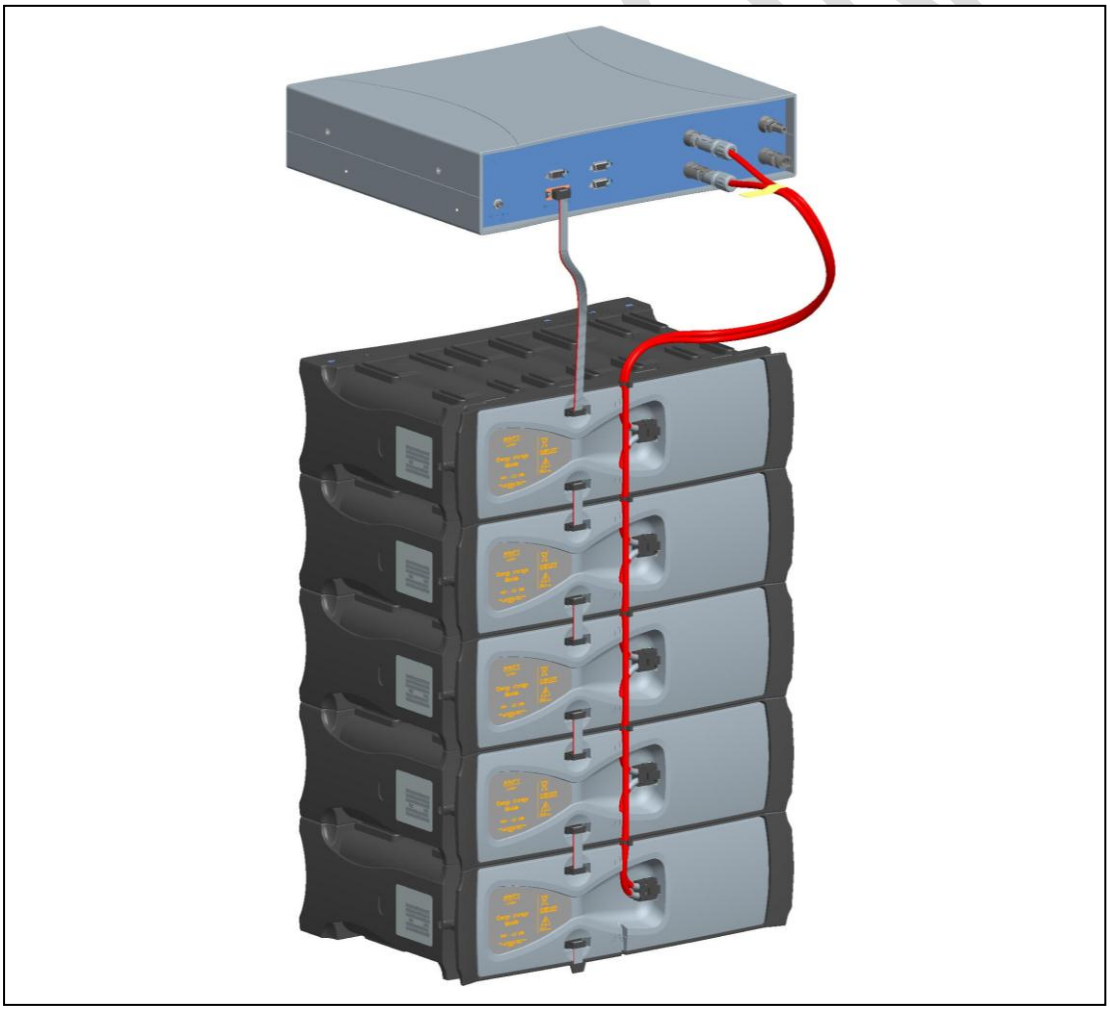
# Benutzerhandbuch

**Lithium-Ionen-Batteriesysteme (224 V bis 336V / 45 Ah)**

## Lithium-Ionen-Batteriesystem
## VS 5 Hybrid

## 224V bis 336V / 45Ah





Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

DOKUMENTENREVISION

| Version | Datum | Änderungen |
|---|---|---|
| 1 | 27/03/2012 | Erstausgabe. |
| 2 | 18/04/2012 | Sicherheitsregeln (S. 3): Kommentar zum in Schließposition verklemmten Schütz hinzufügen.<br>Referenzdokumente (§1.3): Kapitel hinzugefügt<br>Batterieeigenschaften (§2.1): Verschmutzungsgrad geändert auf 1 / Informationen zu max. Leistung, Berührungsstrom und relevante Normen für Stromversorgung/max. Höhe hinzugefügt<br>Installation (§4): Informationen zum Installationsort der Batterie geändert / Informationen zu Kondensation hinzugefügt<br>Überstromschutz (§5.2.4 / §13): Höchstwert geändert, falls IMD oder IMR überstiegen werden<br>Kommunikation (§5.3 / §5.14): Überarbeitete Version des CAN-Open-Wörterbuchs geändert / Diag WinBMS Revisions-Software geändert<br>Batterieladung (§5.7): Abbildung 15 geändert<br>Beschreibung des Ladeprofils (§5.8): Abbildung 17 geändert<br>Von EMS an BMM gesandte Daten (§5.14.2): Zeitstempelobjekt hinzugefügt<br>Handhabung (§7.1): Kommentar gelöscht<br>Anhang II (§12): Ansicht aktualisiert |
| 3 | 05/06/2012 | Batterieeigenschaften (§2.1): Verschmutzungsgrad geändert in 2 / dielektrische Spannung für 340V-Batterie geändert.<br>Erdung (§4.6.2 / §4.6.4): Erdung aus Sicherheitsgründen nicht erforderlich.<br>Gesamtes Dokument: Name “Sol-ion” gelöscht und ersetzt durch VS 5 Hybrid |
| 4 | 07/06/2012 | P3 (1): Kommentar zu beschränktem Zugangsbereich und Servicepersonal hinzugefügt.<br>§1.1: HVIL und EOL-Abkürzungen zur Liste hinzufügen<br>§2: Abbildung von BMM in Modulanschluss ändern<br>§2.1: Informationen zu Lagertemperaturen / Standards hinzufügen<br>§3.2: Einen Verweis auf S. 12 zur Stromversorgung hinzufügen<br>§3.3: Umrichter durch Batterieumrichter ersetzen<br>§4.1: Abbildung 7 löschen und Kommentar zur Modulinstallation ändern |



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

| | | |
|---|---|---|
| | | §4.3: Hinweis zur Öffnungszeit des Kontakts hinzufügen.<br>§4.5: Kommentar entsprechend dem Übereinkommen zum Zertifizierungsprozess ändern.<br>§4.6.5: Einen Verweis auf §2 hinzufügen.<br>§4.6.6: Informationen zum Stift-Stift-Anschluss von J3 und J12 hinzufügen<br>§5.7: Abbildung 15 -> SOC mit SOH hinzufügen<br>§5.14.1: Tabelle gelöscht und Verweis auf CAN-Open-Wörterbuch hinzugefügt<br>§5.15 und 5.16 zu SOC- und SOH-Erklärungen hinzugefügt<br>§6: Ausgleichsleistung von 30mV in 25mV / Tag geändert<br>§7.2.2: Kommentar zum Batteriestatus der Ladeprüfung geändert<br>§7.2.3: Vermerk hinzufügen, dass Module mit einer Sonderausrüstung einzeln geladen werden können.<br>§9.4: Kommentar gelöscht<br>§10: SAFT-Websiteadresse mit Entsorgungsinformationen hinzufügen. |

BROUILLON



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

**Vor Einbau und Wartung einer SAFT-Batterie sind das Benutzer- und das Wartungshandbuch unbedingt gründlich durchzulesen. Sämtliche Anweisungen sind sorgfältig einzuhalten. Bei Nichteinhaltung von Anweisungen aus dem Benutzer- und Wartungshandbuch erlischt die SAFT-Garantie für die Batterie, und SAFT haftet nicht für daraus entstandene direkte und indirekte Schäden oder Verluste.**

Wichtige Punkte werden durch folgende Symbole hervorgehoben:

**Bei Nichteinhaltung der Anweisungen besteht die Gefahr von Verletzungen oder möglicher schwerer Anlagenschäden**

**Hilfreiche Informationen**

BROUILLON



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## SICHERHEITSHINWEISE

Sämtliche in diesem Dokument gemachten Empfehlungen sind einzuhalten und zu befolgen.

(1) Den Zugang zur Batterie immer einschränken. Die Batterie darf nur für geschultes Servicepersonal zugänglich sein. An Orten installieren, die bei einer falschen Verwendung der Batterien, wie nachfolgend beschrieben, gut zu belüften sind.

(2) Bei nicht ordnungsgemäßer Verwendung können die Batterien überhitzen oder entflammen, und so schwere Verletzungen verursachen. Beachten Sie unbedingt die nachfolgenden Sicherheitshinweise:

- Die Batteriepole niemals kurzschließen
- Die Polarität nicht umkehren
- Nicht überladen oder zu stark entladen
- Die in diesem Handbuch genannte Spannung beachten
- Die Batterie oder Module nicht öffnen
- Das Gerät nicht auseinander nehmen
- Das Gerät nicht ohne das elektronische Steuersystem verwenden
- Keinen übermäßigen mechanischen Belastungen aussetzen
- Das Gerät vor Wasser und Kondenswasser schützen
- Die Batterien in Bereichen installieren, die der Luftverschmutzungsklasse 2 gemäß EN 60664-1 entsprechen (typisch für Büro- und Laborumgebungen).

(3) Die Batterien nicht in der Nähe von Feuern oder heißen Umgebungen (> 70°C) platzieren, da sie sich sonst überhitzen oder entflammen könnten. Eine solche Verwendung kann die Leistung und die Lebenserwartung der Batterien verringern.

(4) Batterien sofort trennen, wenn es während des Betriebs zu ungewöhnlichem Geruch, Wärmeentwicklung, Formveränderungen oder anderen abnormen Vorfällen kommt Wenden Sie sich an SAFT, wenn ein solches Problem auftritt.

(5) Lesen Sie vor Inbetriebnahme der Batterie das mitgelieferte Sicherheitsdatenblatt sorgfältig durch.

(6) Die Batteriesysteme sind für eine Verwendung mit den in Paragraph 2 beschriebenen Synerion 48E-Modulen ausgelegt. SAFT haftet nicht für das Verhalten und die Sicherheit des Batteriesystems, wenn andere Module verwendet werden.

(7) Wenn der Schütz klemmt (Alarm 18), halten Sie die Batterieladung oder -entladung unverzüglich aus.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

# INHALTSVERZEICHNIS

**1. EINLEITUNG ..... 8**
1.1. Abkürzungen ..... 8
1.2. Symbole ..... 8
1.3. Referenzdokumente ..... 9
**2. ENTPACKEN UND INSPEKTION ..... 10**
2.1. Eigenschaften der Batterie ..... 12
**3. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES BATTERIESYSTEMS ..... 14**
3.1. Synoptik ..... 14
3.2. Batteriesystem ..... 15
3.2.1. Li-Ion-Module ..... 15
3.2.2. BMM ..... 15
3.3. MMS ..... 16
**4. INSTALLATION ..... 17**
4.1. Installation der Unterbaugruppe im Schrank ..... 17
4.2. Inbetriebnahme der Batterie ..... 17
4.3. Batterieabschaltung ..... 17
4.4. Mechanische Eigenschaften ..... 17
4.5. Gasauslass ..... 17
4.5.1. Kühlsystem ..... 18
4.6. Elektrische Schnittstelle ..... 18
4.6.1. Stromanschluss ..... 18
4.6.2. Erdung ..... 19
4.6.3. HVIL-Kreislauf ..... 19
4.6.4. Erdschlussanzeige ..... 19
4.6.5. Elektroanschluss ..... 19
4.6.6. Übertragungsstecker ..... 21
4.6.7. Netzstecker ..... 21
4.6.8. Diagnoseschnittstelle ..... 22
**5. BATTERIEMANAGEMENT UND BEDIENUNGSANLEITUNG ..... 23**
5.1. Allgemeines Prinzip ..... 23
5.2. Sicherheitsfunktionen ..... 23
5.2.1. Überladungsschutz ..... 23
5.2.2. Überentladungsschutz ..... 24
5.2.3. Überhitzungsschutz ..... 24
5.2.4. Überstromschutz ..... 24
5.3. Kommunikation ..... 25
5.4. Betrieb während Lagerung & Wartung ..... 25
5.5. Betriebs-zustände ..... 26
5.6. Vorladung ..... 27
5.7. Batterieaufladung ..... 28
5.8. Beschreibung des Ladeprofils ..... 28
5.9. Batterieentladung ..... 30
5.10. Vollständige Entladung & Ruhemodus ..... 30
5.11. Alarme und Warnungen ..... 30
5.12. Ladungsausgleich ..... 31
5.13. Angezeigte Informationen ..... 31
5.14. Kommunikation mit der Anwendung ..... 31



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

5.14.1. Von BMM an EMS gesandte Daten ..... 31
5.14.2. Von EMS an BMM gesandte Daten ..... 32
5.15. SOH- und EOL-Definitionen ..... 33
5.16. SOC-Definitionen ..... 33
**6. INBETRIEBNAHME NACH LANGER LAGERUNG ..... 34**
**7. HANDHABUNG & LAGERUNG DER BATTERIEMODULE ..... 35**
7.1. Handhabung ..... 35
7.2. Lagerung ..... 35
7.2.1. Lagerort ..... 35
7.2.2. Überprüfung des Batterieladezustands ..... 35
7.2.3. Batterieaufladung während der Lagerung ..... 35
**8. WARTUNG ..... 36**
**9. VERPACKUNG UND TRANSPORT ..... 37**
9.1. Batterieklassifizierung ..... 37
9.2. Schulung ..... 37
9.3. Batterieverpackung ..... 37
9.4. Ladezustand bei Transport ..... 37
9.5. Transportunterlagen ..... 37
**10. ENTSORGUNG ..... 38**
**11. ANHANG I: Zeichnung der Modulmechanik ..... 39**
**12. ANHANG II: Zeichnung der BMM-Mechanik ..... 40**
**13. ANHANG III: Zeichnung stromkabelanschluss (772869, für 4 modulbatterien) ..... 41**
**14. ANHANG IV: zeichnung schraubklemmverbindung (771611) ..... 42**
**15. ANHANG V: zeichnung intermodularer anschluss (771596) ..... 43**
**16. ANHANG VI: zeichnung anschuss modul an bmm (772872) ..... 44**
**17. ANHANG VII: Liste der Fehlercodes und Alarme des Batteriesystems ..... 45**

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

*Abbildung 1: Synerion 48E-Modul ..... 10*
*Abbildung 2: Batteriemanagementsystem ..... 10*
*Abbildung 3: Stromkabel zum Anschluss von Batterien mit 5 Modulen ..... 11*
*Abbildung 4: Übertragungs-Flachbandkabel ..... 11*
*Abbildung 5: Batteriesynoptik ..... 14*
*Abbildung 6: BMM MMS ..... 16*
*Abbildung 7: Netzstecker -Polarität ..... 18*
*Abbildung 8: Netzstecker +Polarität ..... 18*
*Abbildung 9: Batterieanschluss ..... 20*
*Abbildung 10: CAN connector ..... 21*
*Abbildung 11: Netzstecker ..... 21*
*Abbildung 12: Diagnoseanschluss ..... 22*
*Abbildung 13: Batteriezustände ..... 26*
*Abbildung 14: Vergleich IMR & IMR_C und SOC mit SOH-Profil ..... 28*
*Abbildung 15: Batterieladeprofil ..... 29*
*Abbildung 16: VL45E Ladeprofil mit normaler Rate (IMR & IMR_C vs T°C) ..... 29*



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

# 1. EINLEITUNG

Dieses Dokument enthält die Betriebsbestimmungen für SAFT Lithium-Ionen-Batterien vom Typ VS 5 Hybrid:

- Ref. 772059: 4 Module (224V)
- Ref. 772060: 5 Module (280V)
- Ref. 772061: 6 Module (336V)

## 1.1. Abkürzungen

| Abkürzung | Definition |
|---|---|
| Anwendung | An die Batterie angeschlossenes Gerät, das über die Batterie betrieben wird oder diese auflädt |
| BMM | Battery Module Management |
| BMU | Batteriemanagementmodul |
| CAN | Controlled Area Network |
| EDU | Elektrotechnisches Gerät |
| EMS | Energiemanagementsystem |
| EOL | Gebrauchsende |
| HMI | Mensch-Maschine-Schnittstelle |
| HVIL | Hochspannungs-Verriegelungsschleife |
| I/O | Ein-/Ausgangssignal |
| IMD | Max. zulässiger Entladestrom |
| IMR | Max. zulässiger Ladestrom |
| Li-ion | Lithium-Ionen |
| MBMM | Hauptbatterie-Überwachungsmodul |
| K.A. | Keine Angaben |
| N/U | Nicht verwendet |
| PBIT | Integrierter Selbsttest ein |
| PoffBIT | Integrierter Selbsttest aus |
| P/N | Teilenummer |
| SMU | Sicherheitsüberwachungseinheit |
| SOC | Batterieladung |
| SOH | Batteriealter |
| TBC | Noch zu bestätigen |

## 1.2. Symbole

Gleichstrom

Achtung

Li-Ion-Recycling

Achtung, Stromschlaggefahr



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 1.3. Referenzdokumente

Ein Referenzdokument dient als Arbeitsgrundlage. Die strenge Einhaltung kann nicht gefordert werden.

| 🕮 : Dokumenttitel | Verf. | Referenz | Rev |
|---|---|---|---|
| **[RD1]** CAN-OPEN-Wörterbuch für BMS | SAFT | SDU/SEL/DH 09-0974 | J |
| **[RD2]** Benutzerhandbuch für WinBMS-Diagnose-Software | SAFT | User_Manual_WinBMS_11-1093 | 3 |
| **[RD3]** Unterbrechungsfreie Stromversorgung Vorgaben für Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) | - | CEI_62040_2 | 2005_10 |
| **[RD4]** Elektroausrüstung für Einsatz in Kraftwerken | - | NF_EN_50178 | 1999_10 |
| **[RD5]** Transport von Lithium-Batterien | - | UN 3480 | - |
| **[RD6]** Balance-of-System-Komponenten in Photovoltaik-Systemen – Konstruktionszulassung natürliche Umgebungen | - | NF_EN_62093 | 2005_08 |

BROUILLON



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 2. ENTPACKEN UND INSPEKTION

Überprüfen Sie die Verpackung auf Schäden, bevor Sie die Lieferung annehmen. Melden Sie mögliche Anzeichen für Beschädigungen dem Spediteur und SAFT, und senden Sie dem Spediteur einen "Einschreiben mit der Empfangsbestätigung.

Überprüfen Sie bei jedem Batteriesystem, ob folgende Teile mitgeliefert wurden:

- **Synerion 48E Module/48V Nennspannung/45Ah: P/N 772950-00**
  - 4 Module für 224V-Batterien
  - 5 Module für 280V-Batterien
  - 6 Module für 336V-Batterien

***Abbildung 1: Synerion 48E-Modul***

- **1 BMM:**
  - **P/N 772951-01** für 224V-Batterien
  - **P/N 772951-02** für 280V-Batterien
  - **P/N 772951-03** für 336V-Batterien

***Abbildung 2: Batteriemanagementsystem***



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

- **Anschlussskit:**
  - Stromkabel zum Anschluss der Module und des BMM (s. Zeichnung in Anhang II):
    - **P/N 772062** für 224V-Batterien
    - **P/N 772063** für 280V-Batterien
    - **P/N 772064** für 336V-Batterien

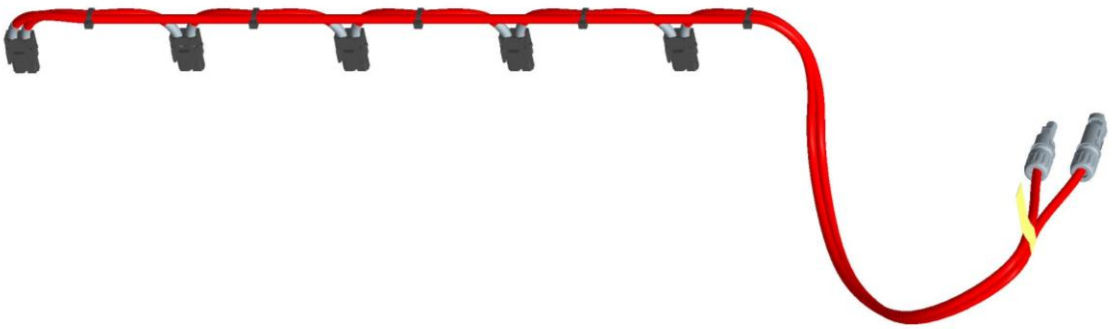


***Abbildung 3: Stromkabel zum Anschluss von Batterien mit 5 Modulen***

  - Satz Übertragungs-Flachbandkabel für Module und BMM:
    - **P/N 772869** für 224V-Batterien
    - **P/N 772870** für 280V-Batterien
    - **P/N 772871** für 336V-Batterien

*Schraubklemmverbindung:* ***P/N 771611***
***- 1 pro Batterie*** (s. Zeichnung in Anhang IV)

*Verbindung zwischen Modulen:* ***P/N 771596***
***-3 für 224V-Batterien***
***-4 für 280V-Batterien***
***-5 für 336V-Batterien***
(s. Zeichnung in Anhang V)

*Verbindung zwischen Modul und BMM:* ***P/N 772872***
***- 1 pro Batterie***
(s. Zeichnung in Anhang VI)

***Abbildung 4: Übertragungs-Flachbandkabel***

- **1 CDROM oder USB-Schlüssel mit SAFT-Diagnosesoftware (DiagWinBMS) und Benutzerhandbuch**

**Es wird empfohlen, die Original-Verpackung für eine mögliche spätere Versendung aufzubewahren.**



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 2.1. Eigenschaften der Batterie

Die nachfolgende Tabelle enthält die Haupteigenschaften der Batterie und BMM:

| Die wichtigsten elektrischen Eigenschaften | 4 Module | 5 Module | 6 Module | Einheit |
|---|---|---|---|---|
| Nennspannung | 192 | 240 | 288 | V |
| Höchstspannung | 224 | 280 | 336 | V |
| Mindestspannung | 168 | 210 | 252 | V |
| Nennleistung (C/3, 25°C) | 45 | | | Ah |
| Mindestleistung (C/3, 25°C) | 41 | | | Ah |
| Max. zulässige Dauerladespannung (normale Ladung) | | | | - |
| @ +35°C | 29 | | | A |
| @ +20°C | 20 | | | A |
| @ 0°C | 11 | | | A |
| @ -20°C | 5 | | | A |
| Max. Entladestrom | | | | |
| - Konstant | 50 | | | A |
| - 30s Impuls | 60 | | | A |
| Isolierung: | Entspricht EN 50178: | | | - |
| - Verschmutzungsgrad | - Überspannungsklasse II, Verschm. d°2 | | | - |
| - Isolierwiderstand @1000Vdc | - > 1 | | | MOhm |
| - dielektrisch | - 2360Veff_AC / 50Hz | | | Vrms |
| **BMM Elektrische Eigenschaften** | | | | |
| Stromversorgung | TBTS gemäß CEI_60950-1 | | | |
| - Berührungsstroment | < 0.25 | | | mA |
| - Spannung | 24 $^{+}/_{-}$ 5 | | | Vdc |
| - max. Spannung | 1 | | | A |
| - max. Strom | 24 | | | W |
| - Brummspannung | < 100 | | | mV |
| - Einschaltstrom | 700 | | | mA |
| Isolierung: | Entspricht EN 50178: | | | - |
| - Verschmutzungsgrad | - Überspannungsklasse II, Verschm. d°2 | | | - |
| - Isolierwiderstand@1000Vdc | - > 1 | | | MOhm |
| - dielectrisch | - 2360Veff_AC / 50Hz | | | Vrms |
| Max. Spannung | | | | |
| - Dauerspannung | 50 | | | A |
| - 30s Puls (Kreis geöffnet nach 30s) | 60 | | | A |
| **Mechanische Eigenschaften** | | | | |
| Batteriemodul Breite | 445 | | | mm |
| Batteriemodul Tiefe | 293 | | | mm |
| Batteriemodul Höhe | 131 | | | mm |
| Batteriemodul Gewicht | 18.5 | | | kg |
| BMM Breite | 420 | | | mm |
| BMM Tiefe | 372 | | | mm |
| BMM Höhe | 92 | | | mm |
| BMM Gewicht | 5 | | | kg |



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

| | | |
|---|---|---|
| Schutzindex | IP 20 | - |
| **Allgemeine Eigenschaften** | | |
| Betriebstemperaturbereich Batterie (Unterlastung 50°C bis 60°C) | -20 bis +60 | °C |
| Lagertemperaturbereich | -20 bis +75 | °C |
| Empfohlene Lagertemperatur Batterie (zur Erhaltung der Lebensdauer) | < +40 | °C |
| Empfohlene Lagertemperatur BMM (zur Erhaltung der Lebensdauer) | -20 bis +65 | °C |
| Max. Höhe | 2000 | m |
| Umweltbedingungen | Innnen ohne Klimatisierung, nicht kondensierend:<br>Typ B gemäß EN50178-1:1997 | - |
| - Umgebungstemperatur | +5 bis +40 | °C |
| - Umgebungsfeuchte | 5 bis 85 | % |
| EMC | Gemäß EN 62040-2:<br>C3 für Störfestigkeit, C1 für Emissionen | - |
| - Elekrostatische Entladung | +/- 4kV Kontakt - +/- 8kV Luft | - |
| - Schnelle transiente Störgröße | 2kV - 5kHz – Kapazitive Klemme | - |
| - Magnetfeld | 30A/m - 50Hz | - |
| - Störfestigkeit | 10V/m von 80 bis 1000MHz - 80% AM (1kHz) | - |
| - Strahlenemission | 30 dBµV/m von 30 bis 230MHz bei 10m<br>37 dBµV/m von 230 bis 1000MHz bei 10m | - |
| Vibration | IEC 62093: 2g von 10hz bis 150Hz | - |
| Stöße | IEC 62093: 15g, 11ms | - |
| Transport von Lithium-Batterien | UN 3480 | - |



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

# 3. ALLGEMEINE BESCHREIBUNG DES BATTERIESYSTEMS

## 3.1. Synoptik

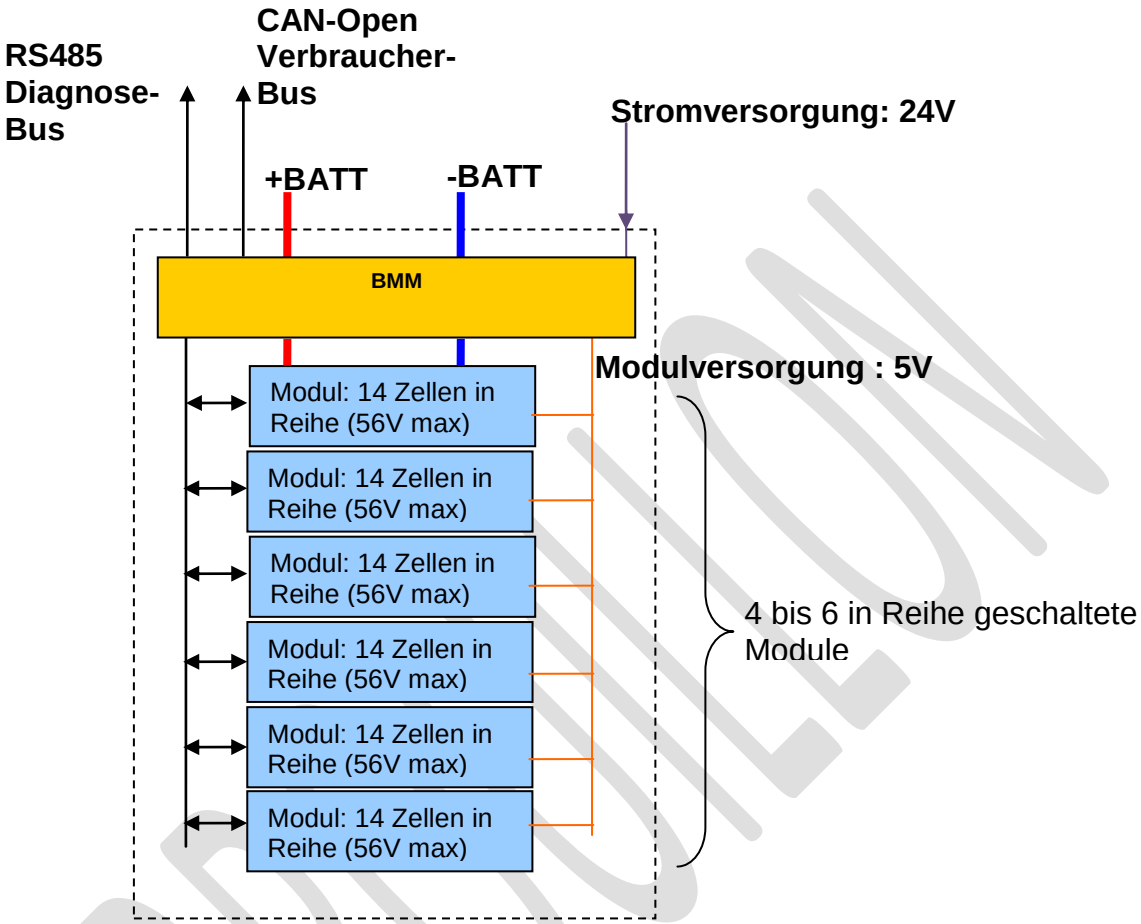



***Abbildung 5: Batteriesynoptik***



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 3.2. Batteriesystem

Li-Ion-Batterien bestehen aus:

- mehreren in Reihe geschalteten Li-Ion-Modulen.
- einem Batteriemanagementmodul (BMM) als Schnittstelle zwischen Batterie und Kundenanwendung.

Das BMM benötigt eine externe Stromversorgung (24V) (bzgl. Eigenschaften s. §2.1).

#### 3.2.1. Li-Ion-Module

Li-Ion-Module enthalten 14 in Reihe geschaltete Zellen.
Eine 200A-Sicherung schützt das Modul vor Kurzschlüssen (**Sicherung nicht austauschbar**).

Jedes Modul enthält eine Platine (SMU genannt), die folgende Informationen überwacht und an das BMM sendet:

- 1 Temperaturmessung
- Spannungsmessung an 14 Zellen
- 1 Notfallsignal (digitale Systeme), gesteuert über redundanten Hardware-Kanal. Dieses Signal ist aktiv, wenn:
  - die Zelle überladen wird
  - die Zelle zu stark entladen wird
  - die Modultemperatur überschritten wird
  - das Modul ausgeschaltet ist

Die Platine steuert ebenfalls den Zellausgleich und den Daten-Zeitstempel.

#### 3.2.2. BMM

Das Batteriemanagementmodul (BMM) optimiert die Batterieleistung und schützt die Batterie vor extremen Bedingungen (Überladung, Überentladung, Überhitzung). Das BMM überwacht alle Module und kommuniziert mit dem Verbraucher, um die Batteriezyklen (Auf- und Entladung) zu steuern.

Die BMM-Funktionen sind:

- Verwaltung der SMUs (Berechnung der Daten aus den Modulen)
- Messung des Batteriestroms
- Schutz der Batterie vor Überstrom (durch 50A-Sicherung)
- Schutz des Batteriesystems
- Kommunikation mit dem EMS über den CAN-Open-Bus
- Diagnose über den RS485 Bus



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 3.3. MMS

Nachfolgende Abbildung zeigt die BMM-Schnittstelle:

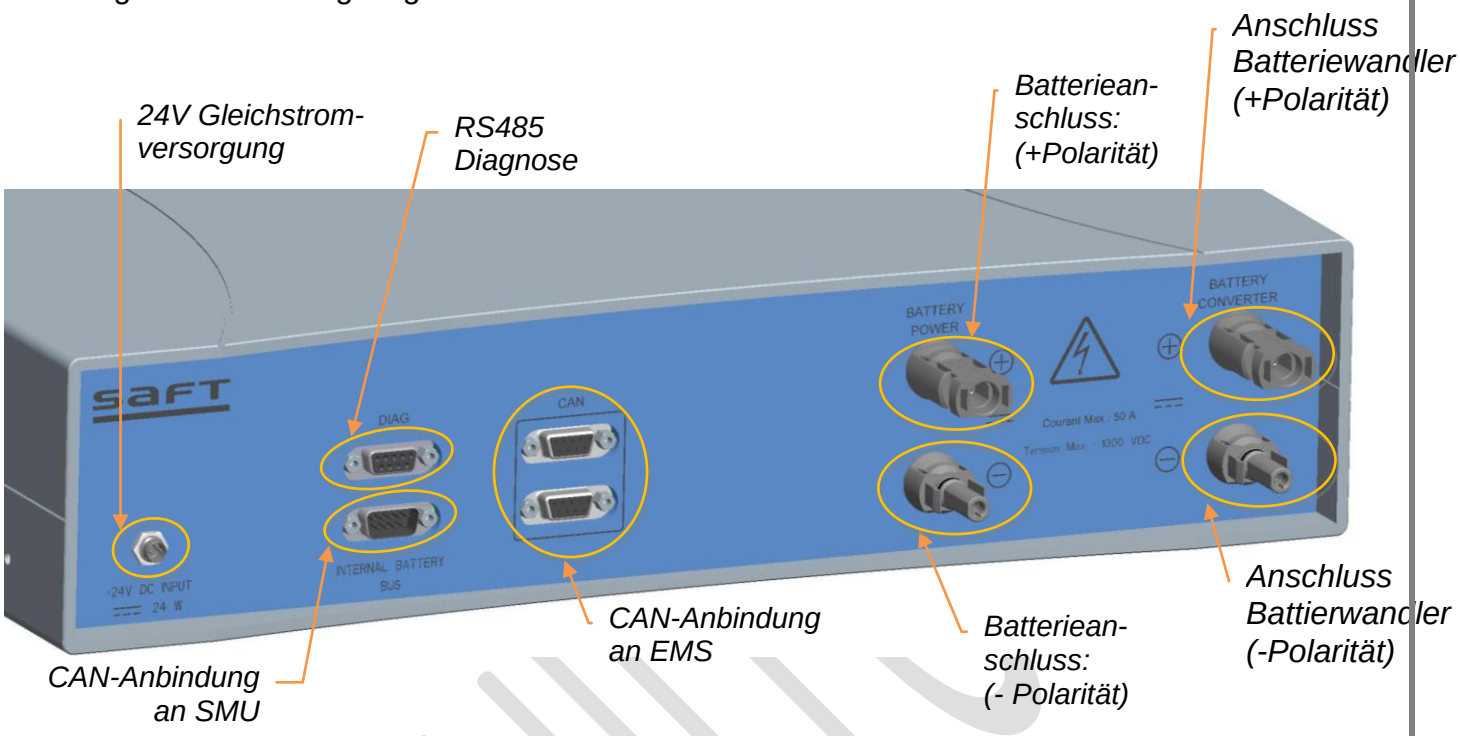



***Abbildung 6: BMM MMS***



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

# 4. INSTALLATION

Der Schrank mit der Batterie muss in einem geschlossenen Schaltschrank gemäß Kapitel 5.2.7 der Norm EN50178-1:1997 installiert werden.

Wenn das Produkt von einem kalten Ort zum Installationsort gebracht wird, kann es zu Kondensation kommen, die die Elektroausrüstung beschädigen kann. Das Produkt muss vor Inbetriebnahme trocken sein. Warten Sie nach dem Transport 2 Stunden, bevor Sie das Produkt installieren.

## 4.1. Installation der Unterbaugruppe im Schrank

Die Module müssen horizontal angeordnet werden.

## 4.2. Inbetriebnahme der Batterie

Bei Inbetriebnahme wird das BMM an 24V Gleichstrom angeschlossen. Das BMM prüft sofort im Selbsttest seine internen Funktionen, und die Schließung/Öffnung des Schützes.

Während des Selbsttests wird die Batterie angeschlossen. Vorsicht Hochspannung**.**

Die Batterie kommuniziert über das CAN-Open-Protokoll. Bei der Inbetriebnahme befindet sich der CAN-Open-Knoten im *Vorbetriebszustand*: das BMM wartet auf den Befehl *Start_Remote_Node* (mit CAN-Open NMT-Service), um in den *Betriebsstatus* zu wechseln. Danach ist das BMM betriebsbereit und sendet durchgängige Mitteilungen an den CAN-Open-Bus.
Danach muss das EMS die Schützschließung zulassen, über einen CAN-Befehl (CAN Open Objekt 2055 an RPDO2): nun kann das EMS die Batterie ordnungsgemäß verwenden.

## 4.3. Batterieabschaltung

Um die Batterie auszuschalten, trennen Sie sie von der 24V Gleichstromversorgung (Batterieschütz öffnet sich innerhalb von 5 Sekunden, so dass die Anschlüsse nicht mehr unter Spannung stehen). Achten Sie vor dem Öffnen darauf, dass sie nicht mehr unter Strom steht, um den Schütz nicht zu beschädigen.

## 4.4. Mechanische Eigenschaften

K.A.

## 4.5. Gasauslass

Bei nicht sachgemäßer Anwendung können sich die elektrochemischen Zellen öffnen und unter Druck Heißgase ausstoßen. Die Batterie darf nur in Räumen installiert werden, indem sich keine Personen dauerhaft aufhalten (Räume kleiner als 25m$^2$ müssen belüftet sein).



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 4.5.1. Kühlsystem

K.A.

## 4.6. Elektrische Schnittstelle

### 4.6.1. Stromanschluss

Netzstecker zum Anschluss von Batterie und Umrichter (-Pol): PV-ADBP4/6 von Multikontakt.

***Abbildung 7: Netzstecker -Polarität***

Netzstecker zum Anschluss von Batterie und Umrichter (+Pol): PV-ADBP4/6 von Multikontakt.

***Abbildung 8: Netzstecker +Polarität***



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 4.6.2. Erdung

Die 24V-Stromversorgung des BMM-Schaltkreises kann geerdet werden, wenn dies aus Funktionsgründen erforderlich ist.

### 4.6.3. HVIL-Kreislauf

K.A.

### 4.6.4. Erdschlussanzeige

K.A.

### 4.6.5. Elektroanschluss

Die Module dürfen erst angeschlossen werden, nachdem sie im VS 5 Hybrid-Metallgehäuse installiert worden sind: verbinden Sie sie mithilfe der mitgelieferten roten Stromkabel miteinander und mit dem BMM, wie in nachfolgender Zeichnung gezeigt.

Nehmen Sie dann die drei Kabel, die mit der Batterie geliefert wurden, und verbinden Sie die Module untereinander und mit dem BMM (s. §2):

- Flachbandkabel für Modulverbindung
- Flachbandkabel für Modul-BMM-Verbindung
- Flachbandkabel mit Endstecker

Schließen Sie dann den Umrichter an die BMM-Anschlüsse “Batteriewandler” an.

Starten Sie das Batteriesystem erst, nachdem Sie die Batterie- und Umwandlerkabel an den BMM angeschlossen haben.
Schließen Sie niemals ein Ladegerät an, dessen Spannung unterhalb der Batteriespannung liegt.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

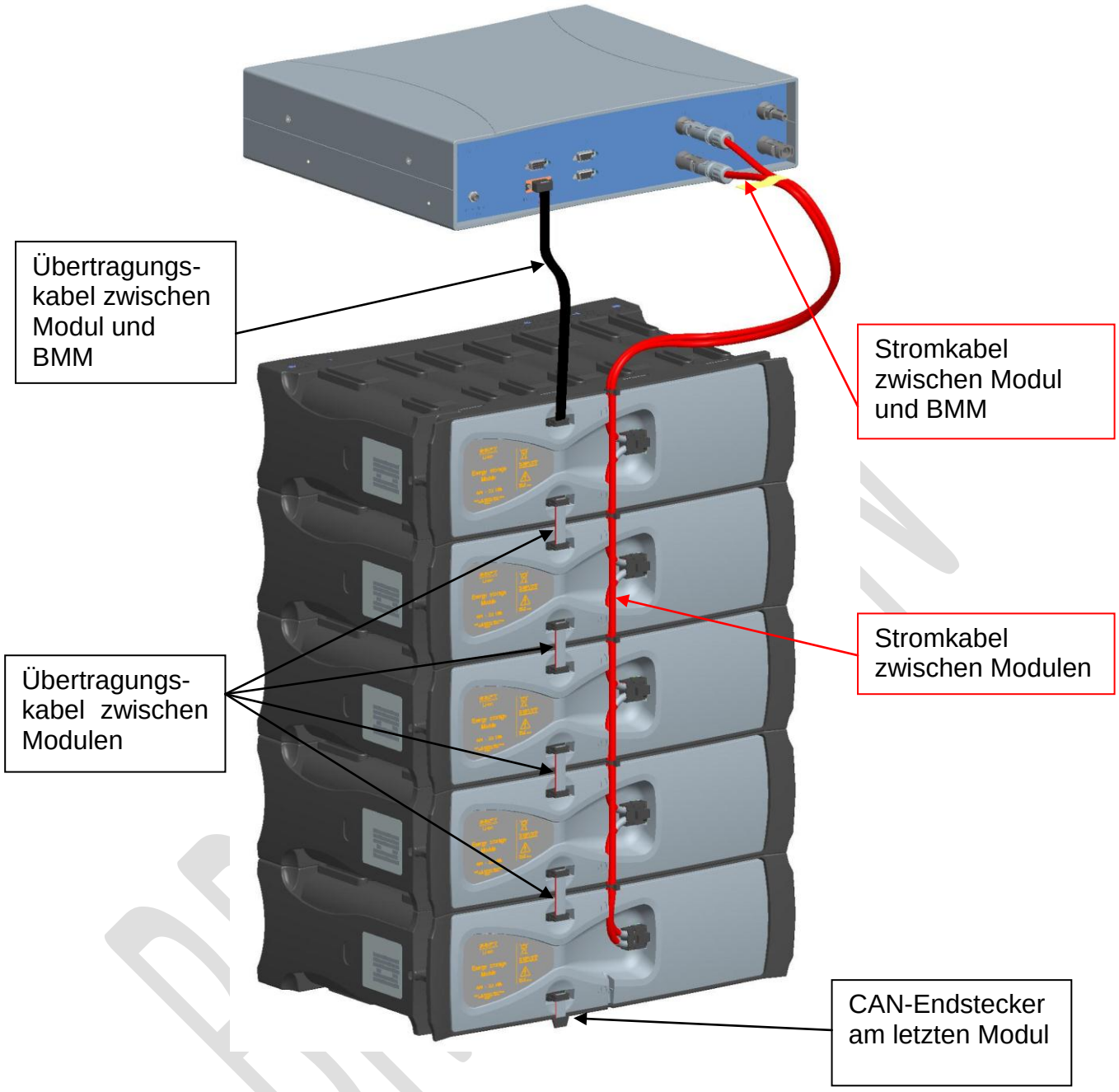

Übertragungs-kabel zwischen Modul und BMM
Stromkabel zwischen Modul und BMM
Übertragungs-kabel zwischen Modulen
Stromkabel zwischen Modulen
CAN-Endstecker am letzten Modul

***Abbildung 9: Batterieanschluss***

⚠ Die Modulklemmen niemals kurzschließen.

⚠ Den Batteriekreislauf von der Erde isolieren. Die Batteriepole **NICHT** an ein Fahrwerkteil oder ein anderes leitfähiges Teil anschließen.

⚠ Stromanschlüsse niemals unter Last trennen.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 4.6.6. Übertragungsstecker

Der CAN-Open-Kommunikationsbus wird über zwei Sub-D9-Buchsen angeschlossen: beliebige Buchse verwendbar (Beide Stecker sind Stift-Stift-Stecker).

Wir empfehlen ein Kabel von max. 3m Länge für die CAN-Verbindung mit dem BMM (Kabel abgeschirmt mit 120Ω Adaptation).

Diese Buchsen sind durch eine Schutztrennung hochspannungsisoliert.

1: Reserve_1
2: CAN_L
3: GND (0V)
4: Für SAFT reserviert (nicht belegen)
5: Reserve_2
6: Für SAFT reserviert (nicht belegen)
7: CAN_H
8: Für SAFT reserviert (nicht belegen)
9: Für SAFT reserviert (nicht belegen)

***Abbildung 10: CAN connector***

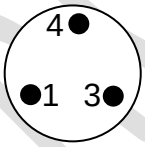
Hinweis: Die Stifte Reserve_1 und Reserve_2 dienen als Netzübergang. Die Höchstspannung muss 1A betragen.

### 4.6.7. Netzstecker

Das BMM wird über einen dreipoligen Stecker (Ref. 1440070 von Phoenix Contact) angeschlossen. Bzgl. BMM-Stromversorgung s. §2.1.

Kompatibel mit Ref. 1681172 oder 1506888 von Phoenix Contact.

Dieser Stecker ist durch eine Schutztrennung hochspannungsisoliert.




1 : GND (0V)
3 : 24Vdc
4 : N/U

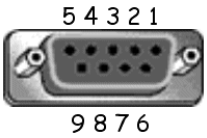
***Abbildung 11: Netzstecker***



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 4.6.8. Diagnoseschnittstelle

Der RS485 Diagnose-Bus wird über eine Sub-D9-Buchse angeschlossen.
Diese Buchse ist durch eine Schutztrennung hochspannungsisoliert.




1: RS-485_A
2: RS-485_B
3: CAN_L
4: CAN_H
5: GND (0V)
6: 24V Gleichstrom (Netzstrom)
7: N/U
8: CAN_L_SMU (nur SAFT)
9: CAN_H_SMU (nur SAFT)

***Abbildung 12: Diagnoseanschluss***

BROUILLON



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

# 5. BATTERIEMANAGEMENT UND BEDIENUNGSANLEITUNG

## 5.1. Allgemeines Prinzip

Bei der Be- und Entladung der Li-Ion-Batterie müssen physikalische Parameter, wie Zellspannung, Batteriestrom und Modultemperatur, überwacht und verwaltet werden. Dieses Management wird von der BMU-Platine im BMM ausgeführt, die die Batterie mithilfe von Algorithmen überwacht.

Das System ist so ausgelegt, dass die Umrichterfunktionen für das Batteriemanagement genutzt werden. Die Anwendung empfängt Daten von der Batterie über den CAN-Open-Bus und führt die entsprechenden Funktionen aus.

Das BMM sorgt weiterhin für einen sicheren Betrieb.

Wenn ein kritischer Parameter während des Batteriebetriebs den zulässigen Bereich verlässt, wird der Batterieanschluss geöffnet und die Batterie wechselt in den *SICHEREN* Modus (Modusbeschreibung s. §5.5 ). Sobald der kritische Fehler behoben wurde (Software- oder Hardware-Reset) geht die Batterie zurück in den *STANDBY*-Modus. Wenn der Verbraucher weiterhin das Freigabe-Bit zum Schließen des Schützes an 1 sendet, schaltet sich das Batteriesystem direkt in den NORMAL-Modus (s. §5.14.2).

Kritische physikalische Parameter sind:

- Modultemperatur
- Zellspannung
- Strom gegen Überstromschutz

Eine Beschreibung der zulässigen Werte für Temperatur und Zellspannung finden Sie unter §5.2.2, §5.2.3 und §5.2.4.

## 5.2. Sicherheitsfunktionen

### 5.2.1. Überladungsschutz

Zwei Schutzfunktionen verhindern eine Überladung: zur Einhaltung der Zellspannung kann das BMM den Schütz öffnen.

Die beiden Schutzfunktionen sind:

- Zellspannung überschritten, erste Stufe: Spannung an einer Zelle > 4,13V
- Zellspannung überschritten, zweite Stufe (redundant): Spannung an einer Zelle > 4,2V



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 5.2.2. Überentladungsschutz

Zwei Schutzfunktionen verhindern eine Überentladung: Zur Einhaltung der Zellspannung kann das BMM den Schütz öffnen.

Die beiden Schutzfunktionen sind:

- Zellspannung unterschritten, erste Stufe: Spannung an einer Zelle < 2,5V
- Zellspannung unterschritten, zweite Stufe (redundant): Spannung an einer Zelle < 2V

### 5.2.3. Überhitzungsschutz

Zwei Schutzfunktionen verhindern eine Überhitzung: zum Schutz der Modultemperatur kann das BMM den Schütz öffnen.

Die beiden Schutzfunktionen sind:

- Modultemperatur überschritten, erste Stufe: Temperatur an einem Modul > 60°C
- Modultemperatur überschritten, zweite Stufe (redundant): Temperatur an einem Modul > 70°C

### 5.2.4. Überstromschutz

Einige Schutzfunktionen schützen die Batterie vor Überstrom und einer zu kurzen Lebensdauer der Zellen, indem sie den Lade- und Entladestrom optimieren.

Diese Schutzvorkehrungen sind:

- eine 50A-Sicherung im BMM schützt die Batterie bei einem Kurzschluss
- eine Überstromschutz-Software öffnet den Schütz, wenn der Strom 40 Sekunden lang >55A beträgt.
- eine Schutz Software öffnet den Schütz, wenn die Spannung für 30 Sekunden >MAX(1.1 x IMD ; 55A) beträgt.
- eine Schutz-Software öffnet den Schütz, wenn die Spannung für 30 Sekunden >MAX(1.6 x IMR ; 55A) beträgt.

Um eine Alterung der Zelle zu vermeiden, muss der Lade- und Entladestrom anhand der IMD_C- und IMR_C-Werte optimiert werden. Diese Werte werden auf Grundlage von Ladezustand, Zellspannung, Modultemperatur und Momentanstrom berechnet. Diese Werte werden vom BMM am CAN-Open-Bus übermittelt.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 5.3. Kommunikation

CAN-Open-Kommunikationsbus:

- Baud-Rate: 125kBd
- Standard-CAN (11 bits Identifikator)
- 120Ω Anschlusswiderstand im Inneren des BMM nicht angeschlossen
- bzgl. Objektwörterbuch s. Dokument 0.

Hinweis: da der 120Ω Anschlusswiderstand im Innern des BMM nicht angeschlossen ist, muss der Benutzer in im CAN-Bus einbauen.

RS485 Diagnose-Bus:

- "DiagWinBMS" Software verwenden (bei letzer Revision 1.19_G).
- S. Dokument 0 und §4.6.8.

Eine spezielle Software (DiagWinBMS) auf einem Computer (kompatibel mit einem externen USB/RS485 Wandler) wird verwendet zur:

- Batterieüberwachung
- Konfiguration der Batterieparameter

### 5.4. Betrieb während Lagerung & Wartung

Während der Lagerung schaltet sich die SMU in jedem Modul regelmäßig ein (jede Stunde), um Zellspannung und -temperatur zu messen.

Die SMU berechnet außerdem den Ladezustand und aktualisiert das statische Batteriealter. Das statische Batteriealter errechnet sich aus der Zeit, in der sich das Modul in verschiedenen Ladezuständen und Temperaturen befunden hat.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 5.5. Betriebs-zustände

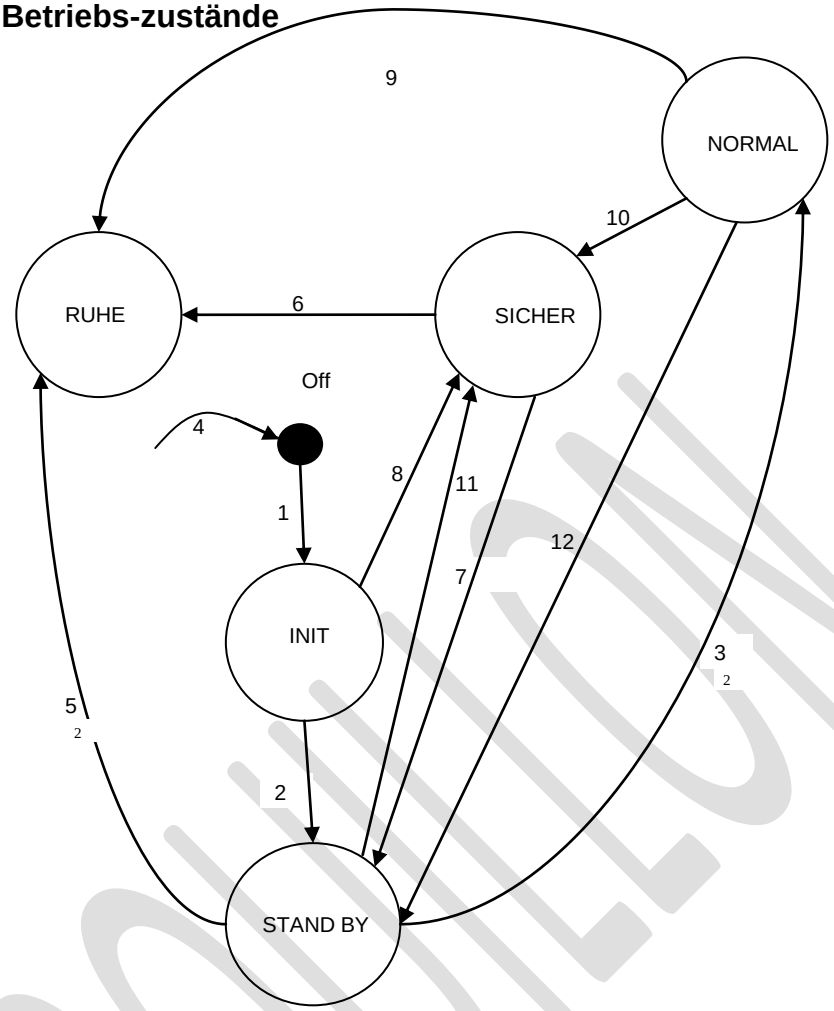



***Abbildung 13: Batteriezustände***

**Aus**: in diesem Modus wird die Batterieüberwachungseinheit (BMU) nicht versorgt. Somit wird die Batterie nicht vom BMM überwacht.

**Init:** in diesem Modus ist die Batterie nicht verfügbar, d.h. sie ist nicht an das Gesamtsystem angeschlossen. Die BMU macht mit den internen Tests weiter:

- PBIT-Selbsttest (BMU-Speicher Lesen/Schreiben, …)
- Software-Initialisierung
- Prüfung der Schütze

Wenn der Selbsttest bestanden wurde, schaltet sich das BMM in den *STANDBY*-Modus.
Wenn der Selbsttest nicht bestanden wurde, schaltet sich das BMM in den *SICHEREN* Modus.

Der Selbsttest dauert ca. 6 Sekunden.

**Standby:** in diesem Modus ist das Batteriepaket noch nicht betriebsbereit. Die BMU wartet auf Erlaubnis des EMS, den Schütz zu schließen (über CAN-Open-Bus).



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

**Normal:** das System läuft. Die Batterie kann entsprechend den IMD, IMR-, VMD- und VMR-Werten aufgeladen und entladen werden. In diesem Fall führt die BMU mehrere Funktionen aus (wie Überwachung und Schutz der Batteriemodule, Kommunikation mit den verschiedenen Modulen, Verwaltung der Schütze und Ausgleich der Batteriezellen).

**Ruhe:** die elektronischen Geräte in den Modulen (SMU) und BMM werden in den Stromsparmodus versetzt: der Schütz ist geöffnet und die Batterie kann nicht aufgeladen und entladen werden. Keine CAN-Verbindung für BMM verfügbar.

**Sicher:** es können zwei Fehlerarten auftreten: Warnungen und Alarme. In der Warnstufe bleibt das Batteriesystem im Normalmodus und zeigt nur den Fehlercode an. Wenn ein Fehleralarm ausgegeben wird, öffnet das BMM den Schütz.

Dadurch wird die Batterie vom Verbraucher isoliert, da der Sicherheitsbereich verlassen wurde. Die Batterie darf nicht aufgeladen und entladen werden. Das BMM bleibt jedoch betriebsbereit (eingeschaltet und aktiviert).

Durch ein "Hardware-Reset" oder ein "Software-Reset" wird die BMU wieder in den Normalbetrieb geschaltet (unter der Annahme, dass der Fehler behoben wurde). Ein Hardware-Reset erfolgt durch EIN/AUS/EINSCHALTEN des 24V-Netzstroms, der den Alarm ausgelöst hat. Ein Software-Rest erfolgt entweder durch ein Client-Reset über CAN-Open (die Alarmzustände werden zum Reset an den Client gesandt), oder, bei einigen Alarmarten, durch eine Fehlerbehebung.

**Moduswechsel:**

| # | Statuswechsel | Zustände |
|---|---|---|
| 1 | Aus -> Init | BMM wird mit 24V Gleichstrom versorgt |
| 2 | Init -> Standby | Initialisierung erfolgreich beendet |
| 3 | Standby -> Normal | Schütze schließen sich auf EMS-Anfrage (CAN-Open-Anfrage) |
| 4 | Alle Zustände -> Aus | Stromversorgung ausgeschaltet |
| 5 | Standby -> Ruhe | Spannung an einer Zelle < 3V in 2 Stunden |
| 6 | Sicher -> Ruhe | Spannung an einer Zelle < 3V in 2 Stunden |
| 7 | Sicher -> Standby | Ein ernster Fehler wurde zurückgesetzt |
| 8 | Init -> Sicher | Fehler an BMU PBIT |
| 9 | Nornal -> Ruhe | Spannung an einer Zelle < 3V in 2 Stunden |
| 10 | Normal -> Sicher | Ein ernster Fehler ist aufgetreten |
| 11 | Standby -> Sicher | Ein ernster Fehler ist aufgetreten |
| 12 | Normal -> Standby | Befehl zum Öffnen des Schützes von EMS (CAN-Open-Anfrage) |

### 5.6. Vorladung

K.A.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 5.7. Batterieaufladung

Das BMM meldet den max. zugelassenen konstanten Ladestrom (IMR_C) über den CAN-Open-Bus sowie die zulässigen Momentan-Ladespannung (IMR) an die Anwendung. Wenn der IMR-Wert überschritten wird, kann dies zu einer frühzeitigen Alterung führen.

Während des Ladens kontrolliert das BMM die physikalischen Batterieparameter (Zellspannung, Strom und Temperatur), und sendet zuerst Warnungen und dann Alarme an die Anwendung.
IMR / IMR_C hängt von 2 Parametern ab:

- Batterietemperatur
- Ladezustand der Batterie: IMR_C sinkt um 10% von 90% bis 100% des Ladezustands

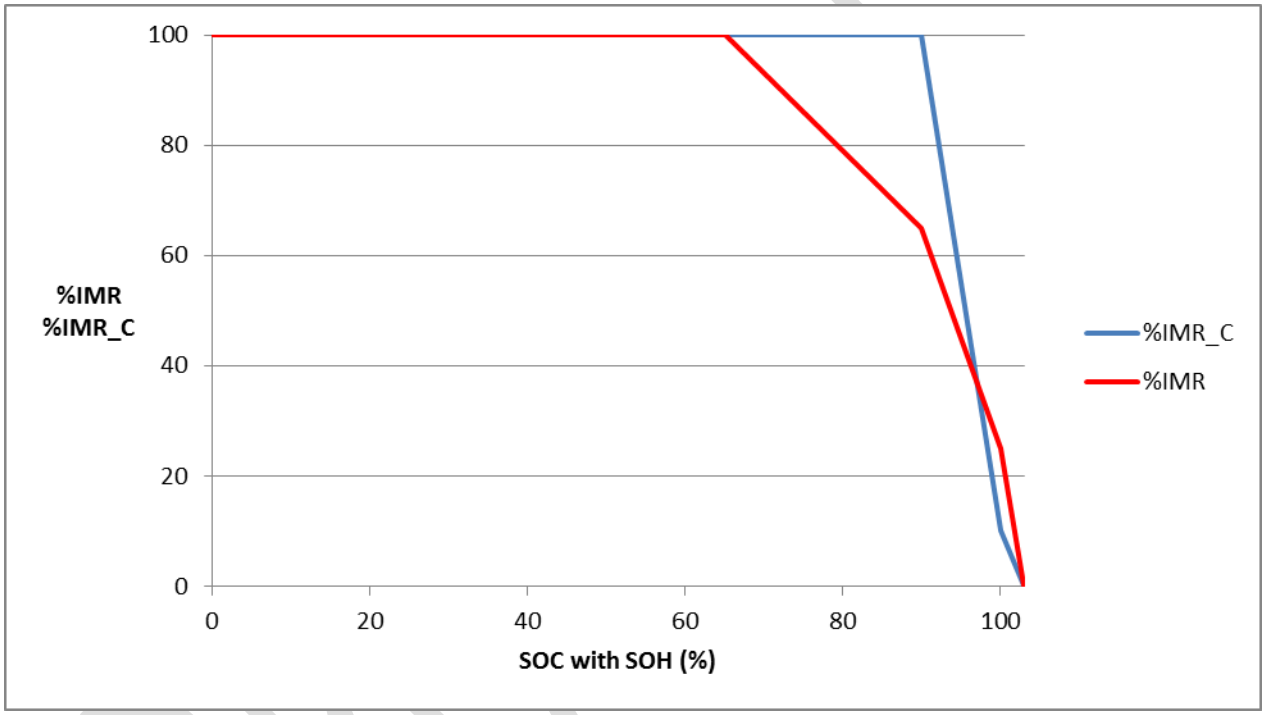



***Abbildung 14: Vergleich IMR & IMR_C und SOC mit SOH-Profil***

### 5.8. Beschreibung des Ladeprofils

Die Ladung ist eine CC/CV-Ladung (Konstantstrom/Konstantspannung).

Der max. konstante Ladestrom **IMR_C** und der max. dynamische Ladestrom **IMR** sind temperaturabhängig. Beide Werte werden an den CAN-Bus gesandt.

Die max. Ladespannung **VMR** wird vom BMM an den CAN-Bus übermittelt. Das Modul kann aber auch mit einem niedrigeren Wert geladen werden, so dass die verfügbare Leistung geringer ist.

In Phase 3 kann die Batterie in der "schwebenden" Aufladung belassen werden.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

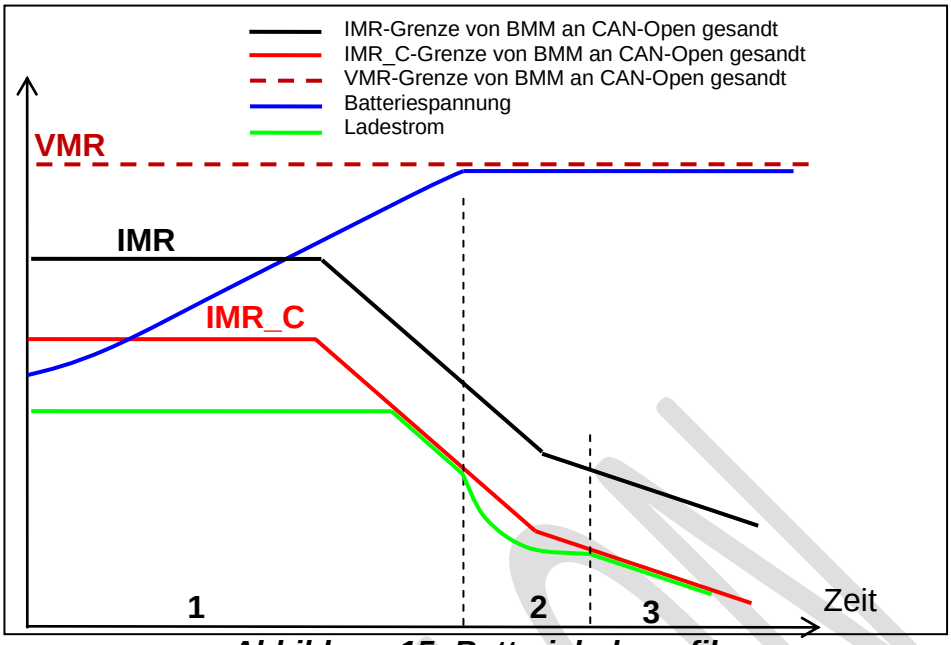



*Abbildung 15: Batterieladeprofil*

Folgendes Profil zeigt die empfohlenen max. Ströme für das normale Ladeprofil einer VL45E-Zelle als Temperaturfunktion. Wenn die Ladespannung über IMR_C und unter IMR liegt, wird ein Algorithmus gestartet, der die IMR-Spannung auf den Wert IMR_C senkt (der Abfall hängt vom Spannungswert und der Dauer der Schwellenwertüberschreitung ab; ca. 30 Sekunden bei hoher Spannung). Der Schütz öffnet sich, wenn die Spannung für 30 Sekunden >MAX(1.6 x IMD ; 55A) übersteigt.

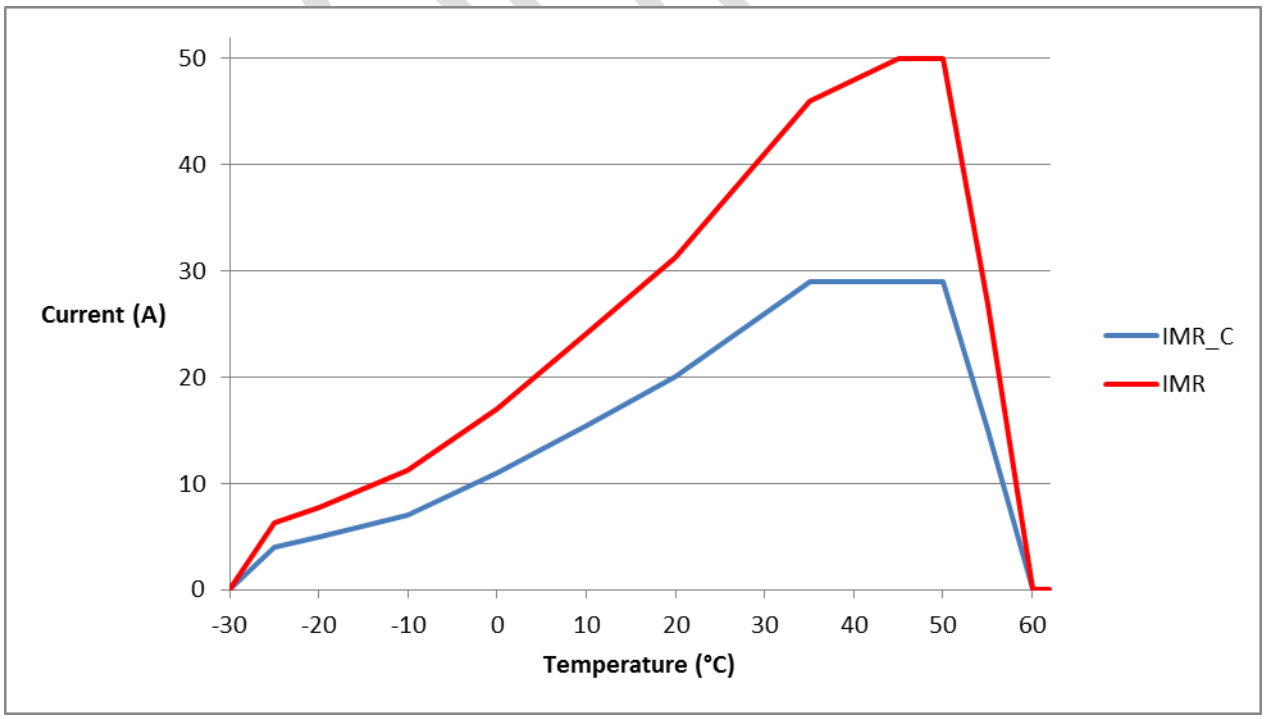



*Abbildung 16: VL45E Ladeprofil mit normaler Rate (IMR & IMR_C vs T°C)*



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 5.9. Batterieentladung

Während der Entladung, überwacht die BMU die physikalischen Parameter der Batterie (Zellspannungen, Strom und Temperatur) und informiert die Anwendung über den CAN-Open-Bus über die max. zulässige Entladespannung (IMD) und den min. zulässige Entladespannung (VMD), Warnungen und Alarme.
Die BMU sendet die IMD- und VMD-Werte in Echtzeit an den CAN-Open-Bus.

IMD hängt von 2 Parametern ab:

- Batterietemperatur
- Ladezustand der Batterie

Der einzige Zweck dieser Interaktion besteht darin, den Strom zu senken, um eine plötzliche Öffnung des Batterieschützes zu vermeiden (s. Alarmbeschreibung in §17, Anhang III).

Hinweis: IMD überschreitet 50A Konstantlast niemals.

### 5.10. Vollständige Entladung & Ruhemodus

Nach einer vollständigen Entladung sollte die Batterie sofort aufgeladen werden, oder, falls dies nicht möglich ist, die 24V-Gleichstromversorgung ausgeschaltet werden, um den internen Verbrauch der Batterieelektronik zu stoppen.

Wenn das System nicht ausgeschaltet wird und eine Zellspannung für 2 Stunden unter 3V liegt, (s. §5.5), schaltet das BMM das System automatisch in den *RUHE*-Modus. Um das System aus dem *RUHE*-Modus wieder einzuschalten, schalten Sie den 24V Gleichstrom AUS und EIN.

Während des Betriebs ist die Entladespannung auf 2,7V an der ersten Zelle begrenzt: das BMM sendet den entsprechenden Fehlercode. Wenn die Batterie weiter entladen wird und die Spannung an einer Zelle unter 2,5V geht, wird ein ernster Fehler gemeldet und der Batterieschütz wird geöffnet (s. §5.2.2).

Wenn eine Zelle zu weit entladen wird (< 2V), ist die Batterie defekt, und Sie sollten sich an SAFT wenden. Eine Lithium-Ionen-Batterie mit einer sehr schwachen Spannung ist möglicherweise nicht mehr länger funktionsfähig. Der Alarm berücksichtigt eine Toleranz, aber unterhalb dieses Grenzwertes kann die Batterielebensdauer nicht mehr länger gewährleistet werden.

### 5.11. Alarme und Warnungen

Das BMM senden die Fehlercodes (Warnungen und Alarme) über den CAN-Open-Bus an die Anwendung (s. Alarmbeschreibung in §17, Anhang III).

Wenn eine Zelle z.B. auf 2,7V entladen wird, übermittelt das BMM den Fehlercode, und der Umrichter stoppt den Entladevorgang. Wenn die Batterie weiter entladen wird, bis eine Zelle 2,5V erreicht, öffnet die BMU den Batterieschütz.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 5.12. Ladungsausgleich

Der Zellausgleich sorgt dafür, dass die Zellspannungen in allen Systemen gleich sind. Der ohmsche Ladungskreislauf ist im SMU-Modul integriert: er entlädt alle Zelle, die die festgelegte Spannungsabweichung zu den Nachbarzellen überschreiten, über Umgehungswiderstände.

Wenn das Batteriesystem in Betrieb ist, erfolgt der Ladungsausgleich auf Batterieebene über SMUs, wobei die BMU-Einstellungen (gesamte Soll-Zellspannung) ständig über den internen CAN-Bus übermittelt werden. Der Ladungsausgleich wird in allen Zuständen durchgeführt, solange das BMM mit Strom versorgt wird.

Der Ladungsausgleich wird nur ausgeführt, wenn die Zellen nicht ausgewogen sind (Spannungsabweichung über 30mV) und wenn die Spannung über 3,5V liegt.

### 5.13. Angezeigte Informationen

K.A.

### 5.14. Kommunikation mit der Anwendung

Bzgl. weiterer Einzelheiten s. Dokument 0.

#### 5.14.1. Von BMM an EMS gesandte Daten

Alle Datenobjekte sind vom EMS mithilfe des SDO-Managementprotokolls lesbar (Client/Server). Doch einige Datenobjekte werden periodisch BMM in TPDO CAN-Open-Frames übermittelt (s. Dokument 0).



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

### 5.14.2. Von EMS an BMM gesandte Daten

Um ordnungsgemäß arbeiten zu können, braucht das BMM Daten vom EMS.

***Befehl zum Schließen des Schützes*:**

Beim Einschalten befindet sich die Batterie im *STANDBY* Modus und wartet auf eine RPDO CAN-Open-Meldung, um in den *NORMAL*-Modus zu schalten (und den Schütz zu schließen). Zu versendender RPDO2 CAN-Open-Frame:

| | **RPDO2 (ID: $0302_h$)** |
|---|---|
| **Byte0** | 0 (N/U) |
| **Byte1** | 0 (N/U) |
| **Byte2** | 2055h: Freigabe der Batterieschütze |
| **Byte3** | 0 (N/U) |
| **Byte4** | 0 (N/U) |
| **Byte5** | 0 (N/U) |
| **Byte6** | 0 (N/U) |
| **Byte7** | 0 (N/U) |

*Byte2 - Bit0:* Freigabe für Hauptschütz (+)
- 0 = nicht berechtigt, Hauptschütz (+) zu schließen, oder Befehl, Hauptschütz (+) zu öffnen
- 1 = berechtigt, Hauptschütz (+) zu schließen

Das Objekt 2055h kann auch mit dem SDO CAN-Open-Protokoll geschrieben werden.

⚠ Freigabe muss auf Platz 1 stehen, damit das Batteriesystem im *NORMAL*-Modus bleibt. Wenn dieses Bit auf 0 zurückgesetzt wird, öffnet die Batterie den Schütz und geht in den *STANDBY*-Modus.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

***Befehl für einen Selbsttest*:**

Um den Selbsttest des Batterieschützes zuzulassen (Öffnen/Schließen), muss das SMS über das SDO CAN-Open-Protokoll einen Befehl versenden. Dieser Befehl muss versandt werden:

- alle 6 Monate, oder
- wenn das BMM einen Selbsttest anfordert (Objekt 2018: Byte6 – Bit0 von TPD03 auf 1).

Wenn das BMM über CAN einen Selbsttest anfordert, muss das EMS in den nächsten 24 Stunden einen Selbsttest anfragen. Wenn nicht, setzt das BMM die IMD- und IMR-Werte auf 0 am CAN-Open-Bus (keine Auf- und Entladung gestattet).
Wenn das EMS keinen Selbsttest anfragt, öffnet die Batterie nach 10 Minuten den Schütz und geht in den *SICHEREN* Modus mit Alarm 12 ("IBIT deaktiviert für 6 Monate"). Die Batterie kann nun nur noch durch EIN- und AUSSCHALTEN des Batteriestroms wieder eingeschaltet werden.

⚠ Vor Anforderung eines Selbsttests muss das EMS den Batterieumrichter öffnen. Nach Beendigung des Selbsttests geht die BMU in den *STANDBY*-Modus und wartet auf die Berechtigung, den Schütz zu schließen.

Um einen Selbsttest anzufordern, muss Bit0 von Objekt 2054h auf 1 gesetzt werden: Der Selbsttest für diesen Schütz startet, indem die Flanke dieses Bits erhöht wird. Setzen Sie dieses Bit nach dem Test, vor einer Anfrage zum Schließen des Schützes, wieder auf 0.

Bzgl. Weiterer Einzelheiten s. Dokument 0.

**Zeitstempelobjekt:**

Um in der Black-Box mit dem Zeitstempel Daten stempeln zu können, muss das Objekt “Zeitstempel” (1012h) bei jedem BMM-Start mindestens einmal übermittelt werden.

### 5.15. SOH- und EOL-Definitionen

SOH ist der Zustand der Batterie in %.
EOL ist das Gebrauchsende der Batterie.

Der SOH einer neuen Batterie entspricht 100%.
Wenn die Batterie die EOL-Kriterien erreicht, beträgt der SOH 0%.
Die Kriterien für das Gebrauchsende basieren auf einem Kapazitätsverlust: Bei VS 5 Hybrid liegt dieser Wert bei 20% der Anfangskapazität.

### 5.16. SOC-Definitionen

“SOC ohne SOH” (CAN-Open-Objekt 2025h) ist der Ladezustand der Batterie anhand der Anfangskapazität zu Gebrauchsbeginn, bei 25°C.

“SOC mit SOH” (CAN-Open-Objekt 2026h) ist der echt Ladezustand der Batterie je nach:

- SOH, unter Berücksichtigung der Batteriealterung
- Batterietemperatur



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 6. INBETRIEBNAHME NACH LANGER LAGERUNG

Während der Lagerung entladen sich die Batteriezellen selbst, so dass sie einen ungleichmäßigen Ladezustand haben. Der Ladungsausgleich erfolgt automatisch über die SMU, doch nur auf Modulebene (nicht auf Batterieebene).

Ohne Ausgleich ist die Batterieleistung beeinträchtigt. Das Batteriesystem ist funktionstüchtig, aber am ersten Tag nicht voll autonom. Z.B. eine Abweichung von 100mV zwischen der min. und max. Zellspannungen senkt die Leistung um 15%. Die höchste Batterieleistung wird erreicht, wenn der Ausgleich bei voller Ladung (100% SOC) stattfindet.

Die Dauer des Ladungsausgleichs hängt vom Spannungsunterschied zwischen den Zellen ab: die Ausgleichsleistung beträgt durchschnittlich 25mV pro Tag für VL45E (je nach Zellspannung). Z.B.: wenn eine Batterie ein Jahr lang gelagert wird, kann der Ladungsausgleich bis zu 20 Tage dauern.

Der Ladungsausgleich ist beendet, wenn der Spannungsunterschied weniger als 30mV beträgt.

Eine Vollaufladung über 24 Stunden alle 3 Monate sorgt für einen Modulausgleich und verkürzt den Ladungsausgleich.

Bevor Sie die Module nach einer längeren Lagerung montieren, sollten Sie die Module separat auf dieselbe Spannung aufladen, um den Zellausgleich im Modul zu minimieren.

BROUILLON



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

# 7. HANDHABUNG & LAGERUNG DER BATTERIEMODULE

Dieses Kapitel beschreibt die Handhabung und Lagerung der Batterie und ihrer Komponenten.

## 7.1. Handhabung

K.A.

## 7.2. Lagerung

### 7.2.1. Lagerort

Es wird empfohlen, die Batterie **in Innenräumen** trocken und kühl (unter **+40°C**) in offenen Regalen zu lagern, um die Lebensdauer der Zellen aufrecht zu erhalten.

Lagern Sie das BMM an einem trockenen Ort bei einer Temperatur zwischen -20°C und +65°C. Es gibt kein spezielles Verfahren zur Wartung des BMM während der Lagerung.

### 7.2.2. Überprüfung des Batterieladezustands

Mit der übertragenen Spannung können die Module für min. **4 Monate** gelagert werden.

Laden Sie das Modul nach der theoretischen Lagerzeit mit einer entsprechenden Ausrüstung auf (s. §7.2.3).

### 7.2.3. Batterieaufladung während der Lagerung

Die Module können nur mit einem Gerät, dessen Übertragungsleistung der des Moduls entspricht, einzeln aufgeladen werden.

Wenn die Module bei Minustemperaturen gelagert wurden, müssen sie vor dem Aufladen 24 Stunden bei >0°C gelagert werden.

⚠ Wenn eine Zellspannung unter 2V fällt, das Modul nicht aufladen und SAFT informieren. Die Aufladung eines überentladenen Moduls kann zu unkontrollierter Überhitzung führen.

**Bei Nichteinhaltung der Lager- und Wartungsanweisungen erlischt die Garantie.**



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 8. WARTUNG

Außer der Spannungskontrolle während der Lagerung müssen die Batteriemodule nicht gewartet werden (Reinigung, Auffüllen der Elektrolyte...). Wenden Sie sich bei Fehlfunktionen oder falls die Module abnormen Bedingungen ausgesetzt waren (Stöße, Kurzschluss, Überladung, Überhitzung, auslaufende Elektrolyte...) an SAFT. Die Module und das BMM nicht öffnen.

Der Kunde muss sicherstellen, dass das Wartungspersonal mit dem Betrieb von Hochspannungssystemen vertraut ist.

**Es ist strikt untersagt, das Gerät ohne formelle Genehmigung von SAFT zu öffnen.**

BROUILLON



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

# 9. VERPACKUNG UND TRANSPORT

Die Lithium-Ionen-Batterien unterliegen den UN-Empfehlungen zum Transport von Gefahrgütern (UN 3480 bei Alleinversand und UN 3481 bei Versand als Teil einer Anlage). Die Transportverpackung muss den jeweiligen gültigen Bestimmungen entsprechen, z.B. IATA (Luftfracht), IMDG-Code (Seefracht), ADR (Straßentransport in Europa).

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über das Verfahren. Es obliegt jedoch dem Kunden, sich über die neuesten Bestimmungen zu informieren und diese zu befolgen. In Ländern, die nicht Mitglieder des ADR (Straßentransport in Europa), des IATA (internationaler Luftverkehr) oder IMDG (Seetransport) sind, gelten möglicherweise eigene Bestimmungen.

## 9.1. Batterieklassifizierung

Versandbezeichnung: **Lithium-Ionen-Batterien**
UN-Klasse: **UN3480 Klasse 9**

## 9.2. Schulung

Mit dem Transport von Gefahrgütern befasste Personen sind entsprechend ihren Aufgaben im Umgang mit Gefahrgütern zu schulen. Weitere Einzelheiten finden Sie in den UN-Bestimmungen.

## 9.3. Batterieverpackung

Die Transportverpackung der Batterien muss den UN-Bestimmungen entsprechen.

Ein vollständiges Versandpaket muss zusätzlich zu der gültigen Versandbezeichnung (Lithium-Ionen-Batterien) und der UN-Nummer (3480) mit einem Gefahrenaufkleber Klasse 9 versehen sein.

Es wird empfohlen, die Original-Verpackung für eine mögliche spätere Versendung aufzubewahren.

## 9.4. Ladezustand bei Transport

K.A.

## 9.5. Transportunterlagen

Folgende Unterlagen sind für den Transport auszustellen:

- Gefahrguterklärung des Spediteurs
- Sicherheitshinweise (SAFT verwendet MSDS NS 710 051)
- bei Lufttransport und einem Gewicht über 35kg ist eine Kopie des Ursprungszeugnisses beizulegen.
- bei Lufttransport eines Prototyps oder kleiner Produktserien ist eine Kopie des Ursprungszeugnisses beizulegen.



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 10. ENTSORGUNG

Nach Ablauf ihrer Lebensdauer ist die Batterie zum Recycling an eine spezielle Sammeleinrichtung zu verbringen. Wenden Sie sich vor Versand an Ihren SAFT-Händler.

Beim Transport sind mindestens folgende Regeln einzuhalten:

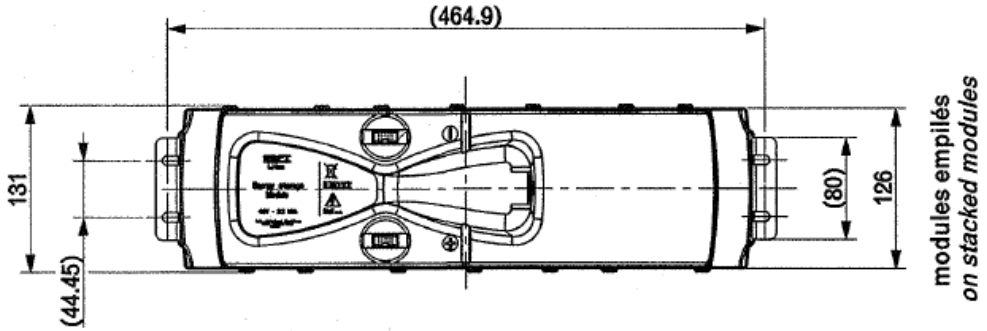
- Einheit(en) entladen
- eine Verpackung gemäß UN-Bestimmungen verwenden
- Einheit(en) so verpacken, dass es zwischen den Anschlüssen oder Einheiten nicht zu einem Kurzschluss kommen kann. Es wird empfohlen, jede Batterie einzeln in einem Plastikbeutel zu verpacken
- nicht in der Nähe eine Wärmequelle lagern
- die Verpackung trocken aufbewahren
- eine Verpackung entsprechend des Produktgewichts wählen
- die Verpackung so wählen, dass sich das Produkt während Transport und Handhabung nicht bewegen kann
- die Verpackung an der Außenseite ordnungsgemäß mit Art und Menge der Einheit(en) kennzeichnen.
- wenn möglich, die Original-Verpackung verwenden.

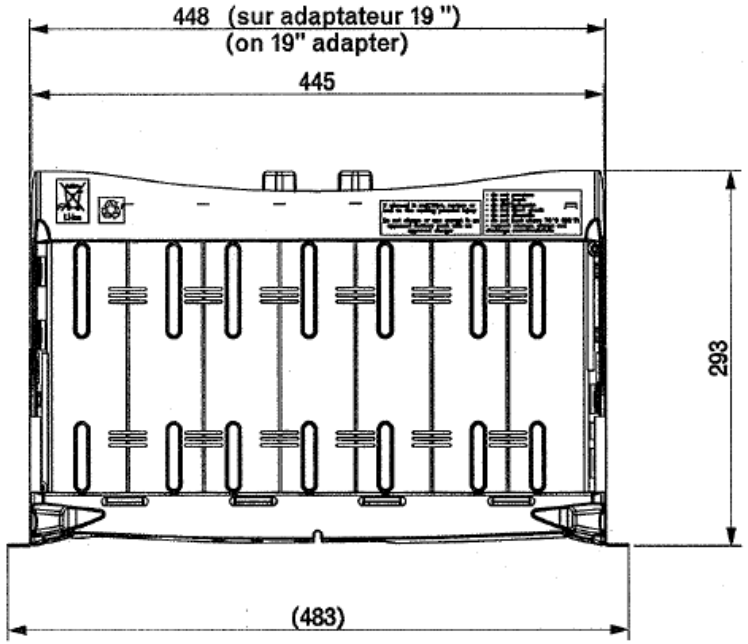
Aktuelle Informationen zur Entsorgung finden Sie auf der SAFT-Website:
http://www.saftbatteries.com/TheSaftGroup/Environment/BringBackPoints/tabid/435/Language/en-US/Default.aspx



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 11. ANHANG I: ZEICHNUNG DER MODULMECHANIK

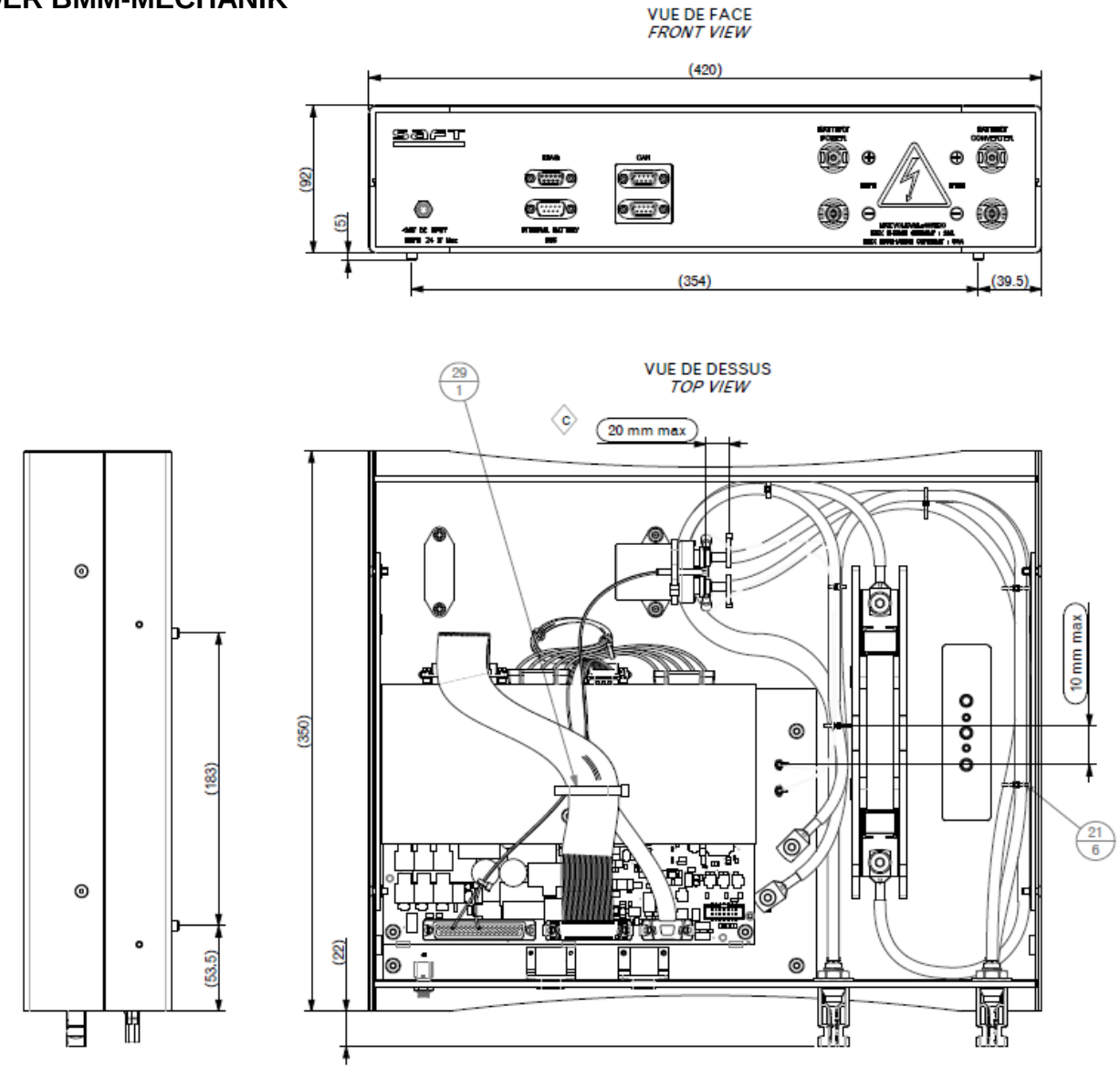





Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

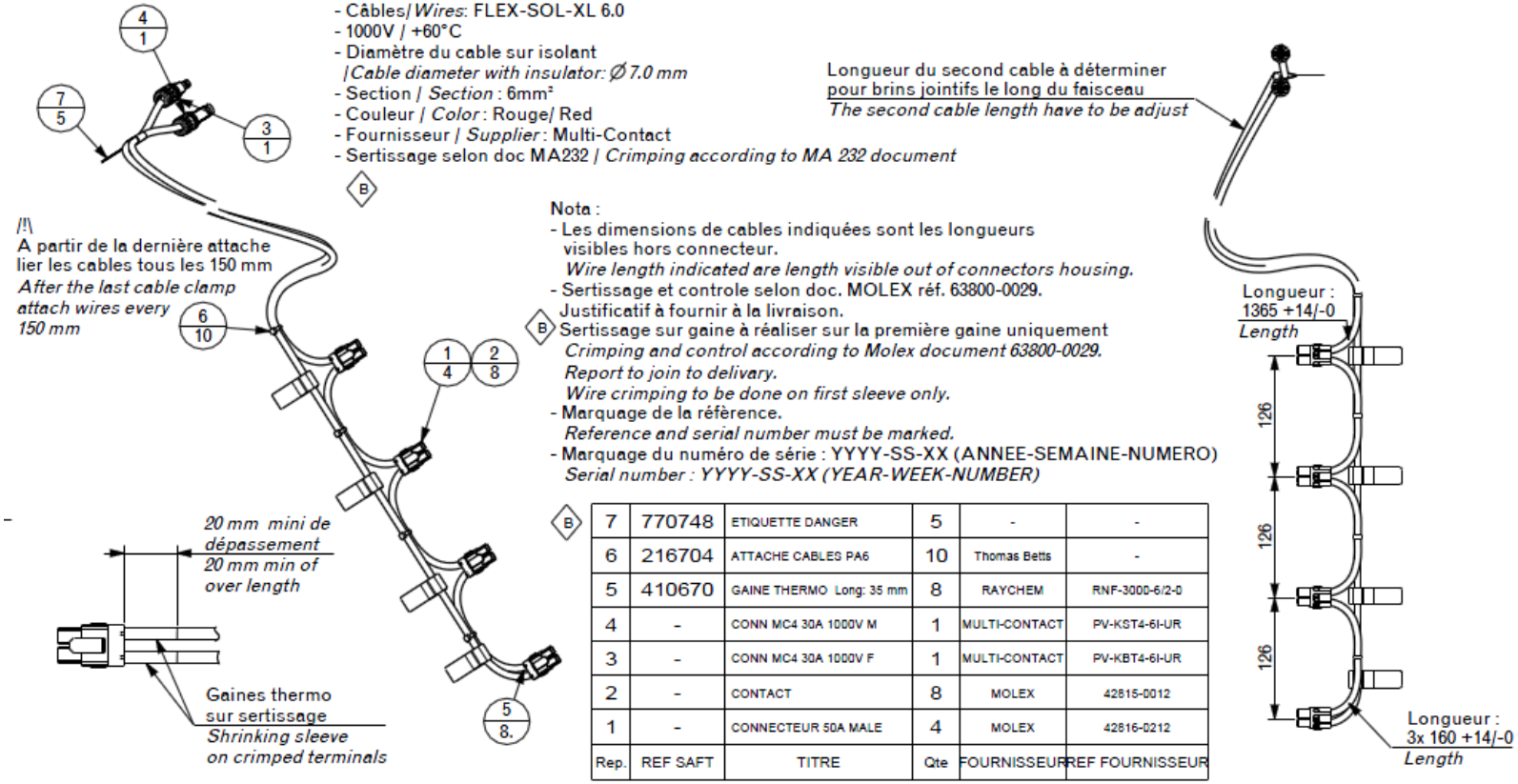
## 12. ANHANG II: ZEICHNUNG DER BMM-MECHANIK





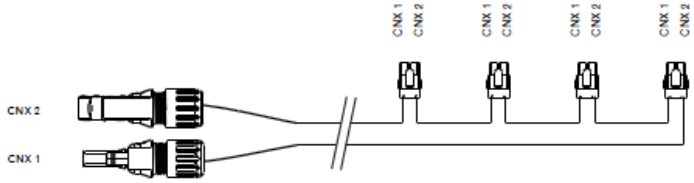

Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 13. ANHANG III: ZEICHNUNG STROMKABELANSCHLUSS (772869, FÜR 4 MODULBATTERIEN)


- Câbles/ *Wires*: FLEX-SOL-XL 6.0
- 1000V / +60°C
- Diamètre du cable sur isolant
*/Cable diameter with insulator: Ø 7.0 mm*
- Section / *Section* : 6mm²
- Couleur / *Color* : Rouge/ Red
- Fournisseur / *Supplier* : Multi-Contact
- Sertissage selon doc MA232 / *Crimping according to MA 232 document*
Longueur du second cable à déterminer pour brins jointifs le long du faisceau
*The second cable length have to be adjust*
/!\
A partir de la dernière attache lier les cables tous les 150 mm
*After the last cable clamp attach wires every 150 mm*
Nota :
- Les dimensions de cables indiquées sont les longueurs visibles hors connecteur.
*Wire length indicated are length visible out of connectors housing.*
- Sertissage et controle selon doc. MOLEX réf. 63800-0029.
Justificatif à fournir à la livraison.
B Sertissage sur gaine à réaliser sur la première gaine uniquement
*Crimping and control according to Molex document 63800-0029.*
*Report to join to delivary.*
*Wire crimping to be done on first sleeve only.*
- Marquage de la réfèrence.
*Reference and serial number must be marked.*
- Marquage du numéro de série : YYYY-SS-XX (ANNEE-SEMAINE-NUMERO)
*Serial number : YYYY-SS-XX (YEAR-WEEK-NUMBER)*
Longueur : 1365 +14/-0 *Length*
126
126
126
Longueur : 3x 160 +14/-0 *Length*
*20 mm mini de dépassement*
*20 mm min of over length*
Gaines thermo sur sertissage
*Shrinking sleeve on crimped terminals*

| Rep. | REF SAFT | TITRE | Qte | FOURNISSEUR | REF FOURNISSEUR |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 770748 | ETIQUETTE DANGER | 5 | - | - |
| 6 | 216704 | ATTACHE CABLES PA6 | 10 | Thomas Betts | - |
| 5 | 410670 | GAINE THERMO Long: 35 mm | 8 | RAYCHEM | RNF-3000-6/2-0 |
| 4 | - | CONN MC4 30A 1000V M | 1 | MULTI-CONTACT | PV-KST4-6I-UR |
| 3 | - | CONN MC4 30A 1000V F | 1 | MULTI-CONTACT | PV-KBT4-6I-UR |
| 2 | - | CONTACT | 8 | MOLEX | 42815-0012 |
| 1 | - | CONNECTEUR 50A MALE | 4 | MOLEX | 42816-0212 |

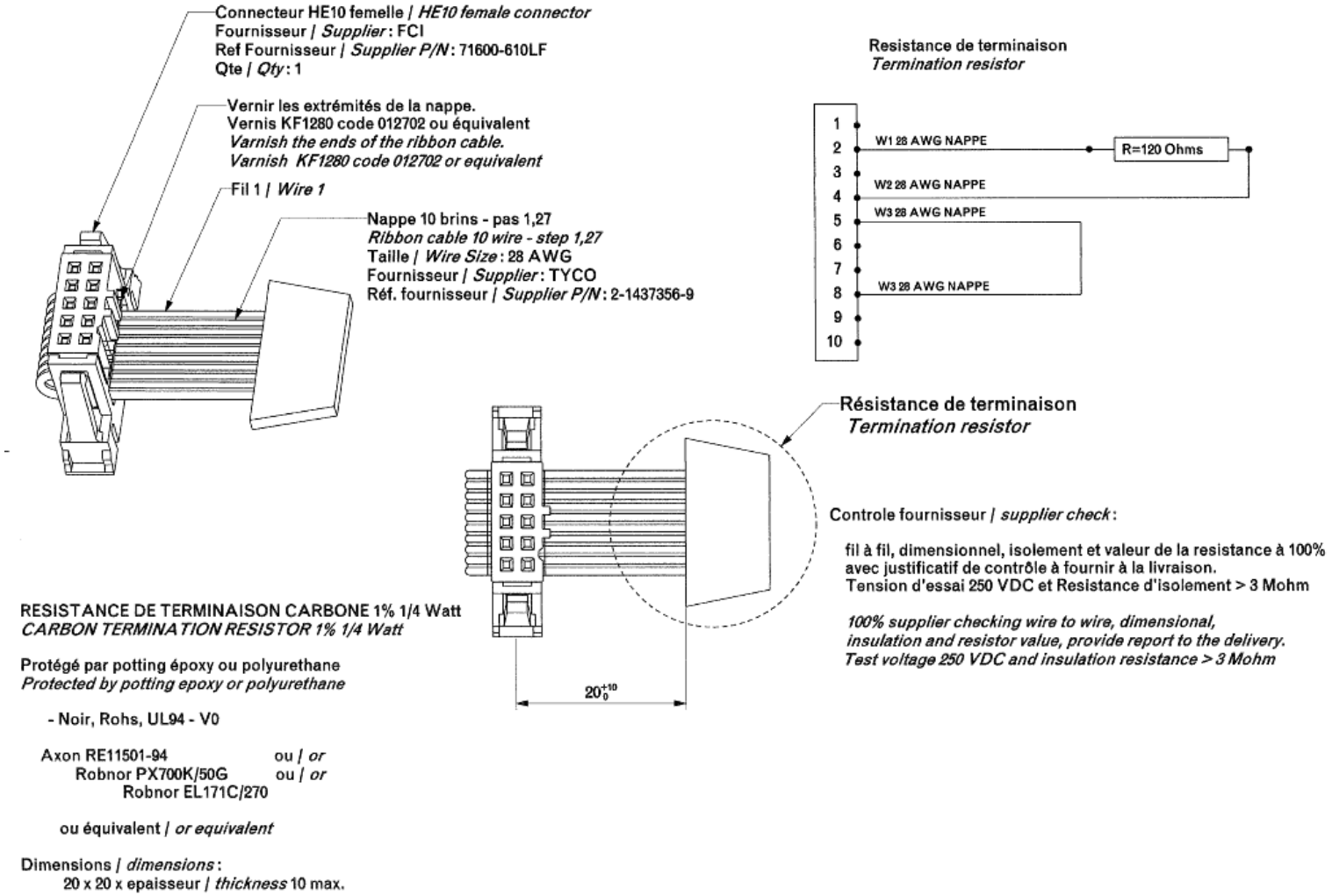
Schema des connexions électriques / *Electrical diagram*






Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

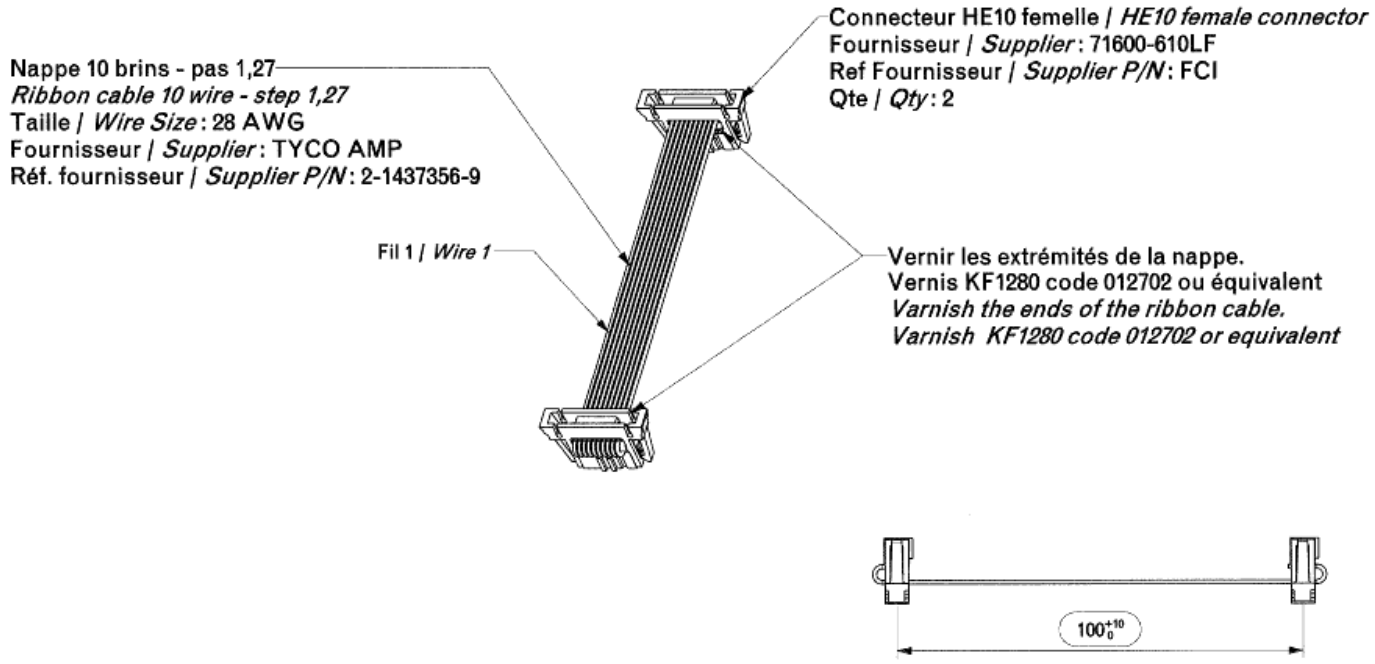
## 14. ANHANG IV: ZEICHNUNG SCHRAUBKLEMMVERBINDUNG (771611)


Connecteur HE10 femelle / HE10 female connector
Fournisseur / Supplier : FCI
Ref Fournisseur / Supplier P/N : 71600-610LF
Qte / Qty : 1
Vernir les extrémités de la nappe.
Vernis KF1280 code 012702 ou équivalent
Varnish the ends of the ribbon cable.
Varnish KF1280 code 012702 or equivalent
Fil 1 / Wire 1
Nappe 10 brins - pas 1,27
Ribbon cable 10 wire - step 1,27
Taille / Wire Size : 28 AWG
Fournisseur / Supplier : TYCO
Réf. fournisseur / Supplier P/N : 2-1437356-9
Resistance de terminaison
Termination resistor
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
W1 28 AWG NAPPE
R=120 Ohms
W2 28 AWG NAPPE
W3 28 AWG NAPPE
W3 28 AWG NAPPE
Résistance de terminaison
Termination resistor
Controle fournisseur / supplier check :
fil à fil, dimensionnel, isolement et valeur de la resistance à 100%
avec justificatif de contrôle à fournir à la livraison.
Tension d'essai 250 VDC et Resistance d'isolement > 3 Mohm
100% supplier checking wire to wire, dimensional,
insulation and resistor value, provide report to the delivery.
Test voltage 250 VDC and insulation resistance > 3 Mohm
RESISTANCE DE TERMINAISON CARBONE 1% 1/4 Watt
CARBON TERMINATION RESISTOR 1% 1/4 Watt
Protégé par potting époxy ou polyurethane
Protected by potting epoxy or polyurethane
- Noir, Rohs, UL94 - V0
Axon RE11501-94 ou / or
Robnor PX700K/50G ou / or
Robnor EL171C/270
ou équivalent / or equivalent
Dimensions / dimensions :
20 x 20 x epaisseur / thickness 10 max.
$20^{+10}_{0}$



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 15. ANHANG V: ZEICHNUNG INTERMODULARER ANSCHLUSS (771596)


Nappe 10 brins - pas 1,27
*Ribbon cable 10 wire - step 1,27*
Taille / *Wire Size*: 28 AWG
Fournisseur / *Supplier*: TYCO AMP
Réf. fournisseur / *Supplier P/N*: 2-1437356-9
Fil 1 / *Wire 1*
Connecteur HE10 femelle / *HE10 female connector*
Fournisseur / *Supplier*: 71600-610LF
Ref Fournisseur / *Supplier P/N*: FCI
Qte / *Qty*: 2
Vernir les extrémités de la nappe.
Vernis KF1280 code 012702 ou équivalent
*Varnish the ends of the ribbon cable.*
*Varnish KF1280 code 012702 or equivalent*
$100^{+10}_{0}$

Controle fournisseur / *Supplier check*:

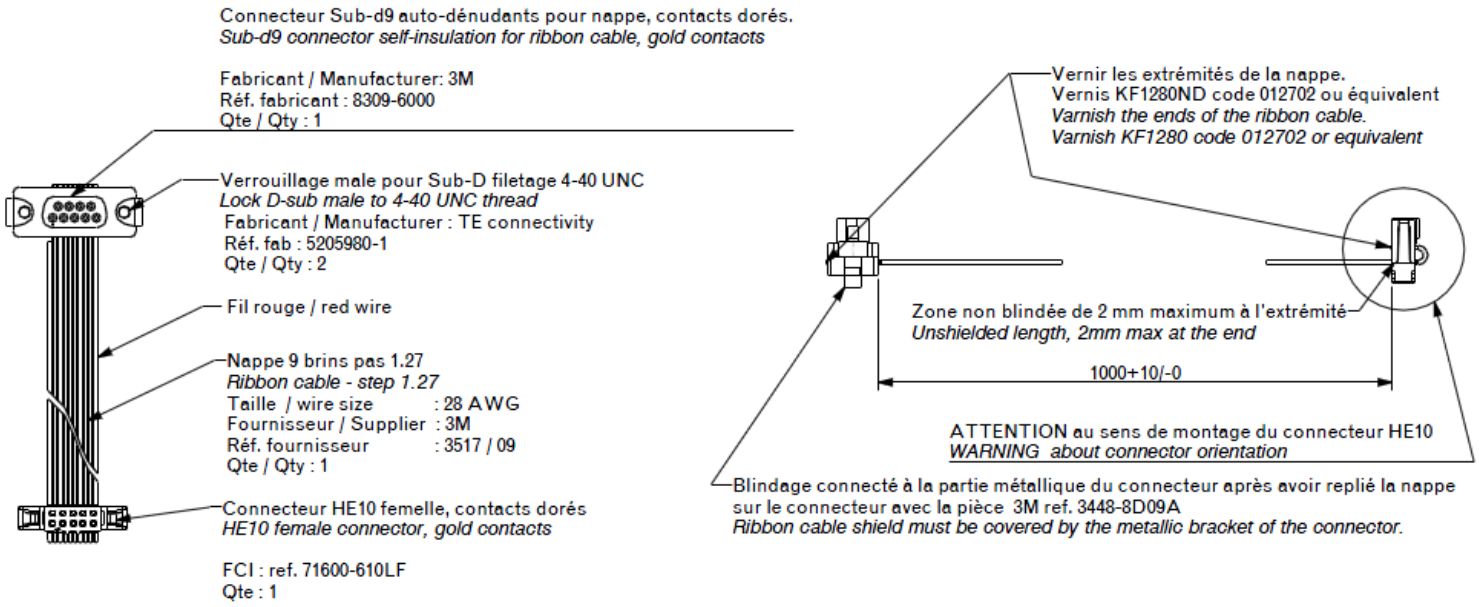
fil à fil et dimensionnel à 100%
avec justificatif de contrôle à fournir à la livraison.

*100% supplier checking wire to wire and dimensional, provide report to the delivery.*



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 16. ANHANG VI: ZEICHNUNG ANSCHUSS MODUL AN BMM (772872)


Connecteur Sub-d9 auto-dénudants pour nappe, contacts dorés.
Sub-d9 connector self-insulation for ribbon cable, gold contacts
Fabricant / Manufacturer: 3M
Réf. fabricant : 8309-6000
Qte / Qty : 1
Verrouillage male pour Sub-D filetage 4-40 UNC
Lock D-sub male to 4-40 UNC thread
Fabricant / Manufacturer : TE connectivity
Réf. fab : 5205980-1
Qte / Qty : 2
Fil rouge / red wire
Nappe 9 brins pas 1.27
Ribbon cable - step 1.27
Taille / wire size : 28 AWG
Fournisseur / Supplier : 3M
Réf. fournisseur : 3517 / 09
Qte / Qty : 1
Connecteur HE10 femelle, contacts dorés
HE10 female connector, gold contacts
FCI : ref. 71600-610LF
Qte : 1
Vernir les extrémités de la nappe.
Vernis KF1280ND code 012702 ou équivalent
Varnish the ends of the ribbon cable.
Varnish KF1280 code 012702 or equivalent
Zone non blindée de 2 mm maximum à l'extrémité
Unshielded length, 2mm max at the end
1000+10/-0
ATTENTION au sens de montage du connecteur HE10
WARNING about connector orientation
Blindage connecté à la partie métallique du connecteur après avoir replié la nappe
sur le connecteur avec la pièce 3M ref. 3448-8D09A
Ribbon cable shield must be covered by the metallic bracket of the connector.

Contrôle fournisseur / Supplier check :

fil a fil et dimensionel a 100% :
avec justificatif de contrôle à fournir à la livraison

*100% wire to wire and dimensional*

| Signaux | Pinout connecteur HE10 | Nappe 3M blindée | Pinout connecteur Sub-D9 |
|---|---|---|---|
| GND | 1 | Nappe voie 1 (fil rouge) | 5 |
| CAN_H | 2 | Nappe voie 2 | 9 |
| NC | 3 | Nappe voie 3 | 4 |
| CAN_L | 4 | Nappe voie 4 | 8 |
| GND | 5 | Nappe voie 5 | 3 |
| V_Power_SMU | 6 | Nappe voie 6 | 7 |
| Reset_SMU | 7 | Nappe voie 7 | 2 |
| Emergency+ | 8 | Nappe voie 8 | 6 |
| GND_EMC | 9 | Nappe voie 9 | 1 |
| - | 10 | Nappe voie 10 | fil non connecté |

Tol. générale General tol.

CONTROL WIRE HARNESS



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

## 17. ANHANG VII: LISTE DER FEHLERCODES UND ALARME DES BATTERIESYSTEMS

Warnings are indicated in white color and Alarms are indicated in red color.

| Fehler Nr. | Beschreibung | Aktiviert durch | Rückstellung | Aktion |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Untertemperatur an einem Modul | Modultemperatur < -20°C during 2s | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 2 | Untertemperatur an einem Modul | Modultemperatur < -25°C during 2s | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | Schütz öffnen |
| 3 | Untertemperatur an einem Modul | Modultemperatur > 60°C during 2s | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | Schütz öffnen |
| 4 | Untertemperatur an einem Modul | Modultemperatur > 50°C during 2s | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 5 | Unterspannung an einer Zelle | Zellspannung < 2,7V während 2 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 6 | Überladung an einer Zelle | Zellspannung > 4,05V während 2 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 7 | Zu hoher Ladestrom | Gemessener Batteriestrom > MAX(1.6 x IMR ; 55A) während 30 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset | Schütz öffnen |
| 8 | Zu hoher Entladestrom | Gemessener Batteriestrom > MAX(1.1 x IMD ; 55A) während 30 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset | Schütz öffnen |
| 9 | Spannung an CON+ außerhalb des Bereichs | 24V Gleichstromversorgung während 1 Sek. über 27V oder unter 17V | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 10 | Mehr Tmxx_Module außerhalb des Bereichs als zulässig | Verlust von mehr als (Nr. SMU/2) Modultemperaturen während 2 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | Schütz öffnen |
| 11 | Batteriestromfühler defekt (keine Verbindung) | Gemessener Strom > 60A oder < -60A während 10 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 12 | IBIT für 6 Monate deaktiviert | IBIT wurde seit 6 Monaten und 1 Std. nicht vom Client angefordert | HW-Reset (EIN/AUS) | Schütz öffnen |



Dieses Dokument ist Eigentum von SAFT. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 13 | Unterspannung an einer Zelle | Zellspannung < 2,5V während 2 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset | Schütz öffnen |
| 14 | Überladung an einer Zelle | Zellspannung > 4,13V während 2 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | Schütz öffnen |
| 15 | Hinweislarm | Redundanter Notfall-Hardwarekanal seit 3 Sek. aktiv | HW-Reset (EIN/AUS) | Schütz öffnen |
| 16 | Sicherung durchgebrannt | Durchgebrannte Sicherung erkannt | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | Schütz öffnen |
| 17 | Kurzschluss erkannt | Kurzschluss oder Überlast erkannt (Batteriestrom > 55A während 40 Sek.) | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset | Schütz öffnen |
| 18 | Unerwarteter BC-Status (geschlossen) | Ergebnis des Selbsttests an Schütz. Erwartet: geöffnet. | HW-Reset (EIN/AUS) / Selbst-Reset | **BE- ODER ENTLADUNG SOFORT** |
| 19 | Unerwarteter BC-Status (geschlossen) | Ergebnis des Selbsttests an Schütz. Erwartet: geschlossen. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 20 | Keine Verbindung zu SMU Nr. x | Eine SMU hat während mehrerer Zyklen keine vollständige Antwort an BMM gesandt | HW-Reset (EIN/AUS) | Schütz öffnen |
| 21 | Mehr Vmxx_Module außerhalb des Bereichs als zulässig | Eine Zellspannung < 1,5V oder > 4,5V | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | Schütz öffnen |
| 22 | Autotest fehlgeschlagen | Der Test an mindestens einer Einheit ist mehr als 3 Mal fehlgeschlagen | HW-Reset (EIN/AUS) | Schütz öffnen |
| 23 | Temperaturschwankungen | Delta-Temperatur an allen Modulen > 10°C während 2 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 24 | Unausgeglichene Zellen | Delta-Zellspannung über gesamte Batterie > 100mV | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 25 | Ungültige SMU-Teilenummer eingegeben | Teilenummer von mind. einer SMU nicht wie erwartet. | HW-Reset (EIN/AUS) | Schütz öffnen |
| 26 | Ungültige Nummer für SMU-Softwareversion gefunden | Nummer der Softwareversion von mind. einer SMU nicht wie erwartet. | HW-Reset (EIN/AUS) | Schütz öffnen |



Dieses Dokument ist Eigentum von **SAFT**. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 27 | Keine Antwort von SMU Nr. x | Eine SMU hat während eines Zyklus keine vollständige Antwort an BMM gesandt | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 28 | SMU-Vesorgungsspannung niedrig | Standard an V_POWER_SMU | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | Schütz öffnen |
| 29 | Ladestromabweichung – 1. Stufe | Gemessener Batteriestrom > 1.1 x IMR während 30 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 30 | Ladestromabweichung – 2. Stufe | Gemessener Batteriestrom > 1.2 x IMR während 30 Sek. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 31 | Zu hohe Diffusion an Zellwiderstand – 1. Stufe | Anzahl der Diffusionen an internem Zellwiderstand übersteigt Warnstufe | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 32 | Zu hohe Diffusion an Zellwiderstand – 2. Stufe | Anzahl der Diffusionen an internem Zellwiderstand übersteigt Alarmstufe | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 33 | Zyklusüberholung oder Zyklusfehler | Software-Zyklus länger als erwartet | HW-Reset (EIN/AUS) | Schütz öffnen |
| 34 | Kommunikation mit Client abgebrochen | BMM hat CAN-Meldung während eines Timeouts aufgrund der CAN- Baudrate nicht richtig empfangen. | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 35 | SOC ungültig | SOC-Berechnung nach 2 Sek. nicht aktualisiert | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 36 | SOH ungültig | SOH-Berechnung nach 72 Std. nicht aktualisiert | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 37 | SOC während der erforderlichen Zeit nicht angepasst | SOC-Anpassung seit 1 Monate nicht angefordert | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 38 | Ergebnisse von Funktion AlgoSaftGetIMDIMR ungültig | Fehler bei Berechnung von IMD und IMR | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 39 | Hohe Batterieversorgung | BMU_Versorgung liegt während 500ms über 32V | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |
| 40 | Batterieversorgung ist niedrig oder falsch | BMU_Versorgung liegt während 500ms unter 8V | HW-Reset (EIN/AUS) / Verbraucher-Reset / Selbst-Reset | |



Dieses Dokument ist Eigentum von **SAFT**. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.

***Hinweise:***

- Hardware-Reset erfolgt durch AUS/EINSCHALTEN der 24V Stromversorgung
- Verbraucher-Reset erfolgt durch Meldung an CAN-Open
- Selbst-Reset erfolgt durch Fehlerbehebung (mit Hysterese und Verzögerung).



Dieses Dokument ist Eigentum von **SAFT**. Die - auch teilweise - Vervielfältigungen, Verbreitung oder Kommunikation ohne formelle Genehmigung ist strafbar.